

N.N.Leonov

Magnetism almost unnoticeable in the contemporary microworld theory fulfils an essential constructive function in the real material world as it generates an enormous variety of objects and properties thereof.

At extremely low temperatures liquid helium contains atoms in which electron and nucleus are arranged on the same straight line and both electrons are from the same side of the nucleus. The existence of such atoms allows for gaining a simple, eye-minded understanding of all amazing properties of superfluid helium.

### ●

### **XIII. Magnetism as the Power Behind the Contemporary Physics**

The contemporary theoretical physics has been trying hard for a long time to present magnetism as an outcast seeking not to notice its function in the material world structure. It partially manages to do this in the theory of atom due to less detailed ideas of atom structure. However, it has to compensate the neglect of magnetism in the nuclear theory by introducing and using concepts of “weak” nuclear interactions absent in the real material world.

Let us demonstrate what physics lost in the result by showing the true structure of atom and formation mechanisms of super-fluid components of liquid helium and “neutron liquid” in “neutron stars”.

#### **XIII.1. Magnetism and Atom**

What does the contemporary physics know about atoms? Atom consists of nucleus and “electron shell”. Nucleus consists of  $A$  nucleons, i.e.  $Z$  protons and  $N$  neutrons,  $A=Z+N$ . Typically, with some minor exceptions, number of neutrons  $N$  in stable nuclei exceeds number of protons  $Z$ . The heavier nucleus is the higher the excess is. “Electron shell” of a neutral non-excited atom consists of  $Z$  electrons.

The contemporary physics has no adequate information about the arrangement of nucleons in nucleus and electrons in “electron shell”. This is due to the specificity of the quantum paradigm that underlies all concepts of the structure of microobjects.

The year 1979 saw the publication concerning the experimental evidence as to the absence of indivisible quanta of energy in the material world [1]. The response from the global physics was introduction of the strictest censorship against publication of any findings beyond the quantum paradigm.

The theory of non-linear oscillations (TNO) through its special investigation found that physics arrived at ideas of indivisible quanta of energy following its neglect of such a significant component of the material world as ether and groundless neglect of magnetic interactions between microobjects [2,3]. The identification of electron structure showed that if there would be no ether in the material world there would be no electrons, neutrons or protons, or other microobjects or macroworld.

Consideration of ether with its resistance to motion of microobjects and of magnetic interactions between microobjects enabled TNO to develop the “classical” microworld theory that operates adequate structural mathematical models of atomic structures, which physics had persistently claimed to be impossible for such a long time.

#### **XIII.2. Magnetism and Atomic Nucleus**

The experimental results obtained by scientists of the Nuclear Physics Institute of the Academy of Sciences of the USSR (Alma-Ata) [1] speak for the fact that systems of atomic nucleons have quasicrystalline structures. In other words, such structures of nucleonic systems have statically stable equilibrium states, i.e. statically stable configurations of their nucleons.

Nucleonic interactions arrange nucleons in such configurations. Ether resistance to motion of nucleons makes these configurations stable.

Nucleonic interactions arrange nucleons in these configurations in quite definite places relatively to other nucleons without restricting their orientation freedom. Magnetic field of nucleon and other microobjects has a capacity to a magnetic orientation effect [4], according to which the object's magnetic moment vector strives to settle along the external magnetic field lines.

The external magnetic field for a magnetic field of nucleon inside a nucleus is a sum of self-magnetic fields of other nucleons of the nucleus. These magnetic fields unite magnetic fields of nucleons into nucleonic magnetic clusters in which of each all magnetic moment vectors are arranged along a straight line that crosses all the nucleons of the cluster. Deuterium has one two-nucleon magnetic cluster. Tritium and  ${}^3\text{He}$  have two clusters each, one of them is one-nucleon, another is two-nucleon (Fig.1). Magnetic moment vectors of clusters in tritium and  ${}^3\text{He}$  are parallel. This makes the conditions for stable existence of  $T$  and  ${}^3\text{He}$  and frequency spectra of electromagnetic radiation of tritium and  ${}^3\text{He}$  very specific.

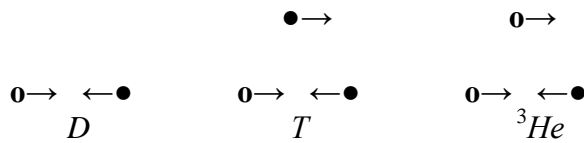


Fig.1. Nucleonic magnetic clusters of  $D$ ,  $T$  and  ${}^3\text{He}$

${}^4\text{He}$  has two two-nucleon magnetic clusters arranged on crossing straight lines (Fig.2).

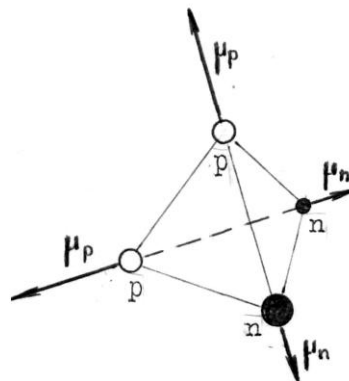


Fig.2. Nucleonic magnetic clusters of  ${}^4\text{He}$

Heavier nuclei, apart from two-nucleon, can include three-nucleon and, probably, four-nucleon clusters. As for three-nucleon clusters, they definitely exist. One can check Mendeleev's table for the evidence. For instance, there is 1.2 neutrons for each proton in vanadium and 1.5 neutrons for each proton in bismuth.

Special studies showed that every cluster of a stable nucleus contains one and only one proton while all neutrons in the cluster that contains proton are stable.

Nuclei are unstable if they include clusters containing only neutrons. For example, tritium. All neutrons in such clusters are unstable: they may collide with photon and turn into protons. However, as soon as proton appears in such cluster, all neutrons of the cluster become stable. If the system of nucleons is rearranged in such a way that the cluster includes two proton, then both protons become unstable: one of them then may disintegrate into neutron and antielectron.

Since magnetic fields of electrons and antielectrons have extremely narrow needle-like magnetic jets [3], protons that are neutron-antielectron systems, as well as magnetic fields of nucleonic magnetic clusters of nuclei also have such jets. Due to this, the nucleus magnetic field that consists of a sum of magnetic fields of separate nucleonic clusters, for higher values of  $A$ , has a structure similar to the one of sea-urchin needles (Fig.3).

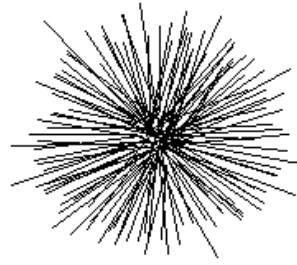


Fig.3. Atomic nucleus magnetic field at higher  $A$

Probably, one of the most interesting peculiarities of nuclear magnetism is that the number of nucleonic magnetic clusters of a stable nucleus is the factor that objectively defines the charge number of nucleus and atom  $Z$ .

### XIII.3. Nuclear Magnetism and Non-Excited Atom Electron Shell Structure

The theory of non-linear oscillations found that quantum “quasi-determinism” of the arrangement of electrons in the electron shell of a non-excited atom is a consequence of a significant incompleteness and biased approach of the quantum paradigm.

Studies showed that nuclear magnetism is a critical factor that defines the arrangement of electrons in atom’s “electron shell”. Electrons in atom are arranged on centerlines of magnetic fields of the nucleonic magnetic clusters.

In the infancy of mankind, the numerical counting originated from numbers one, two and “many”, i.e. three or more. For the contemporary nuclear theory, “many” is two or more. Indeed, individual properties of hydrogen that contains one electron do not depend on which side of the nucleus the electron is (Fig.4). There is electric attraction between electron and proton in this atom and, due to electron and proton diamagnetism, magnetic repulsion. Electric attraction here localizes the atom while magnetic interactions prevent the electron-proton system from collapsing.

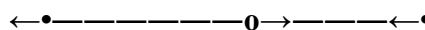
These atoms have equal ionization potentials and same natural frequencies. At the same time, there is one distinction between them: different directions of the magnetic field lines with the same configuration of the field for both atoms.

However, there come rather unpleasant surprises to the contemporary physics as far as atoms with two or more electrons are concerned.



Fig.4. Structures of hydrogen atoms with different relative positions of magnetic moment vectors of protons and electrons

The first surprises is from  ${}^3\text{He}$ . This atom nucleus has two parallel nucleonic magnetic clusters which magnetic moment vectors are parallel to each other (Fig.1). The distance between them does not exceed  $10^{-14}\text{m}$ , and the distance between nucleus and atomic electrons exceeds  $10^{-11}\text{m}$ . Due to this, for this atoms’ electrons there is actually one nucleonic magnetic cluster with  $\mu({}^3\text{He})=2\mu_p-\mu_n$ . Therefore,  ${}^3\text{He}$  can only have a “one-dimensional” form where nucleus and both electrons are on the same straight line. Here, the atom’s “electron shell” in principle can take of the  $A$ ,  $B$ ,  $C$  forms shown on Figure 5 ( $\bullet$  - nucleus  ${}^3\text{He}$ ) depending on the arrangement of electrons relatively to the nucleus and on the mutual orientation of their magnetic fields.



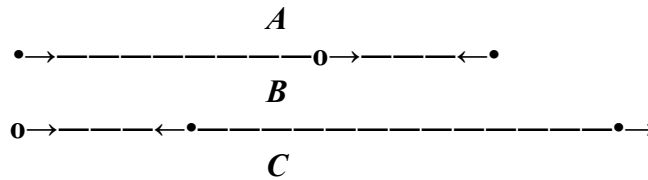


Fig. 5.  ${}^3\text{He}$  *A*, *B*, *C* form structures

Studies showed that the *A* form cannot exist in case of existing values of nucleons and electrons parameters, and the *B* form has no stable static equilibrium state. In this case, elements of  ${}^3\text{He}$  of this form are in continuous reciprocating motion as long as they exist. Both electrons in the first semi-period are moving rightwards relatively from the nucleus until the magnetic moment vectors of both electrons turn over by  $180^\circ$ . Then, the second semi-period begins during which both electrons are moving leftwards until their magnetic moment vectors again turn over by  $180^\circ$ , and the period of motion closes.

In case with the *C* form, both electrons are on the same side from the nucleus. Since the electrical charge of the nucleus is  $2e$  and the total magnetic moment in the points of electrons is  $2\mu_p$ , the distance between the left electron, as shown on Fig.5, and the nucleus in this form is equal to “Bohr radius” as in case with protium, and the distance between the right electron and  ${}^3\text{He}$  nucleus is a lot longer.

The first ionization potential of this atom can be trivially determined using the TNO methods. It is extremely small: 1.313eV. Therefore, the stable existence of  ${}^3\text{He}$  *C* form is only possible at extremely low temperatures, at a very low level of external disturbances.

Thus, neutral atoms of  ${}^3\text{He}$  can be in static equilibrium only in the *C* form. This well explains the fact that the contemporary physics still knows nothing about electromagnetic radiation spectra of neutral  ${}^3\text{He}$ .

The contemporary physics has also shallow and broadly biased information about the structure of non-excited neutral atoms of  ${}^4\text{He}$ .

The  ${}^4\text{He}$  nucleus as well as the  ${}^3\text{He}$  nucleus has two nucleonic magnetic clusters but these clusters in the  ${}^4\text{He}$  nucleus are crossing rather than parallel (Fig.2).

Both  ${}^4\text{He}$  and  ${}^3\text{He}$  atoms are, in principle, capable of having “electron shells” of three forms, namely *A*, *B* and *C*. In the *A* form, electrons are arranged on different magnetic clusters of the nucleus (Fig.6,  $\ominus$  - nucleus  ${}^4\text{He}$ ).



Fig. 6.  ${}^4\text{He}$  *A* form structure

The *A* form can have two variants based on the mutual orientation of the magnetic moment vectors of nucleus and electrons. There is magnetic repulsion between the electrons in one variant and magnetic attraction in another. The highest first ionization potential of this form has been established experimentally as equal to 24.586eV [5].

In case with the *B* form, both electrons are on the same magnetic cluster of the nucleus, on different sides from it (Fig.7). The *B* form of  ${}^4\text{He}$  is less stable than the *A* form as its first ionization potential is 2.788eV.



Fig.7.  ${}^4\text{He}$  **B** form structure

In case with the **C** form, both electrons are on the same magnetic cluster of the nucleus, on the same side from it (Fig.8). As electrical charge of the nucleus is  $2e$ , and the magnetic moment of the nucleus magnetic cluster is the same as of proton, the internal electron in ( ${}^4\text{He},\text{C}$ ) twice closer to the nucleus than electron to proton in protium.



Fig.8.  ${}^4\text{He}$  **C** form structure

The distance from the external electron in ( ${}^4\text{He},\text{C}$ ) to the nucleus is twenty times longer than from the internal electron. Therefore, the first ionization potential of this atom is 1.449eV.

One can talk much and long about marvelous atom properties unknown to physics. Let us note only one peculiarity. In theory, all chemical elements can have **C** form atoms where all electrons are on the same magnetic cluster on the same side from the nucleus. However, in practice it is impossible because of external disturbances. Indeed, ( ${}^3\text{He},\text{C}$ ) and ( ${}^4\text{He},\text{C}$ ) atoms, due to extremely low first ionization potentials, may actually exist at very low temperatures only at which liquid helium exists only in liquid form.

Comparing first ionization potentials of **C** form atoms of helium-4, lithium, beryllium and boron one can notice that their values decrease with increase of  $Z$  at the rate of geometric progression.

$({}^4\text{He},\text{C})$	$(\text{Li},\text{C})$	$(\text{Be},\text{C})$	$(\text{B},\text{C})$
1.449eV	0.693eV	0.276eV	0.139eV

#### XIII.4. Nature of Liquid Helium Super-Fluidity and a “Neutron Liquid” in Neutron Stars

The super-fluidity phenomenon with all its most amazing properties was discovered in liquid helium first. Then neutron stars were discovered. It appeared that multiple neutrons in neutron stars are in the “neutron liquid” state characterized by super-fluidity.

The quantum physics could not gain an informal substantial understanding of the causes for super-fluidity. TNO did.

##### XIII.4.1. Liquid Helium Super-Fluidity

It has been established experimentally that helium at extremely low temperatures liquates with a component that has normal fluid properties and with a super-fluid component [6 to 8].

The super-fluid component of liquid helium is capable of flowing over elevated vessel walls until the internal and external levels of liquid helium become even. In addition, the super-fluid component features extremely high thermal conductivity with low heat capacity and very low viscosity.

According to TNO, a liquid helium component that has such unusual properties and a component that does not have such properties can co-exist because electron shell of helium atoms can exist in various forms and the conditions for stable existence of helium atoms with electron shells of various forms much differ.

##### XIII.4.2. Structure of Normal Fluid

In terms of its structure liquid is between gas and solid body. Elementary units of gas are matter atoms and molecules absolutely unbound together. Elementary units of solid body are crystals that have a clearly ordered system of atoms and molecules rigidly bound together by means of electromagnetic interactions.

One can understand structural peculiarities of liquid using experimental data on liquid properties.

Some of such data imply that gas viscosity increases with increase in temperature while liquid viscosity decreases [9]. Viscosity means friction between reference layers of gas and liquid. Gas viscosity is stipulated by atomic and molecular exchange between different reference layers of gas. Mean velocity of gas atoms and molecules increases with increase in temperature, which leads to a more intensive exchange of gas elements between gas layers and to higher gas viscosity with increase in temperature. Decrease in liquid viscosity with increase in temperature means that individual atoms and molecules in liquid have some insignificant influence on its viscosity.

Another group of experimental data was obtained by means of X-ray studies of liquid [9]. Those studies showed that liquid has locally ordered structures but no global ordering unlike solid bodies. According to this data, the main liquid components are some liquid aggregates, i.e. locally restricted lots of molecules and atoms orderly bound with each other within such a lot, rather than separate atoms and molecules. Separate liquid aggregates are not bound orderly with each other. Hence, liquid is a system of liquid aggregates, lots of locally ordered atoms and molecules.

Liquid aggregate size in liquid is a function of temperature. Coulomb forces bind molecules in such aggregate. Each atom is a system of coulombian dipoles, the positive pole of each of which is in the atomic nucleus while the negative pole is in the atom's "electron cloud". When atoms unite into molecules and molecules unite into liquid aggregates, Coulomb forces that keep molecule in liquid aggregate weaken proportionally to the distance from the aggregate center to its periphery. Accordingly, the energy binding molecules in such aggregate decreases. If the energy of thermal agitations exceeds the energy that binds peripheral molecules with the aggregate, the bonds break. And since the energy of thermal agitations is not a strictly fixed value but distributed within some interval of values one should expect that molecular aggregates in liquid have a "flickering" periphery which molecules leave the aggregate and join it time and again.

•

The presence of molecular aggregates in normal fluid well explains the observable temperature dependence of viscosity. Speaking about reference levels of liquid, we mean quite a smooth surface distinctly separating one layer from another. Such quite a smooth reference surface is impossible for real fluid as each of the layers it separates has a lot of molecular aggregates partially beyond this surface. Collisions of the molecular aggregates from different reference layers stipulate the viscosity characteristics of normal fluid. If mean motion velocity of gas molecules increases with increase in gas temperature, which results in its higher viscosity, then increase in normal fluid temperature results in decreasing in the size of molecular aggregates and, thus, in lower viscosity of normal fluid.

#### **XIII.4.3. Structure and Properties of Liquid $^4\text{He}$**

The contemporary chemistry has a firm misbelief that helium is intolerant, that its atoms do not bind either with other helium atoms or with atoms of other chemical substances [10]. This misbelief originates from groundless confidence of the quantum physics in that all helium atoms have the same form, that there are no different form of helium in nature.

However, TNO discovered that helium atom might have different forms of "electron shells": *A*, *B* and *C* forms (Fig. 6, 7, 8).

The studies found that liquid helium in general consists of two components having different structures: normal fluid and super-fluid. Material carriers of normal component are ( $^4\text{He},A$ ) atoms while the ones of super-fluid component are ( $^4\text{He},C$ ) atoms.

If we take mind off sizes of electrons and nucleus ( $^4\text{He},A$ ) atoms have two-dimensional structure and liquid aggregates formed by ( $^4\text{He},A$ ) atoms are three-dimensional.

As regards ( ${}^4\text{He},\text{C}$ ) atoms, both electrons therein are on the same nucleonic magnetic cluster on the same side from the nucleus. However, the external electron is much farther away from the nucleus than the internal one (Fig. 8). Due to this, ( ${}^4\text{He},\text{C}$ ) atoms have pronounced coulombian dipole properties and at temperatures low enough can unite into long “one-dimensional” polyatomic molecules, that is, aggregates. The energy that binds two ( ${}^4\text{He},\text{C}$ ) atoms in one molecule was 0.862eV. This is almost two times less than the first ionization energy of ( ${}^4\text{He},\text{C}$ ). This confirms that polyatomic molecules can be created from ( ${}^4\text{He},\text{C}$ ) atoms (Fig.9).



Fig. 9. Liquid  ${}^4\text{He}$  super-fluid molecule structure

Due to the magnetic orientation effect [4], one-dimensional polyatomic helium molecules, if nothing hinders them, seek to straighten and take a longitudinal, needle-like form. The presence of such polyatomic one-dimensional molecules from ( ${}^4\text{He},\text{C}$ ) atoms is what explains all the unique and amazing properties of liquid  ${}^4\text{He}$  super-fluid component.

Knowing that such unique helium molecules exist allows even scholars to understand substantially, at the level of traditional notions, the results of most interesting experiments with liquid helium that contains super-fluid component.

#### XIII.4.4. Experiments with Liquid Helium that Contains Super-Fluid Component

The most amazing is super-fluid component capability of climbing vessel walls and body surfaces protruding over liquid helium, envelop these surfaces with thick films and flow over elevated walls of liquid helium vessels until the internal and external levels become even (Fig.10,11) [6 to 8].

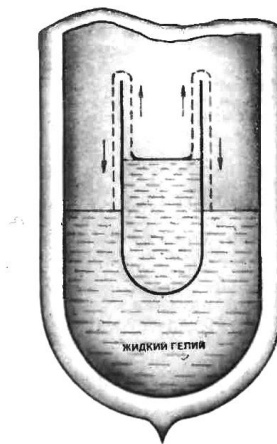


Fig.10

Until now, “syphoning” explained this phenomenon. This hypothesis emerged following the discovery of a tick film of liquid helium covering parts of bodies, which protrude above the liquid surface while the bodies are partially submerged in liquid helium that contains super-fluid component. This hypothesis deficiency consists in that it does not explain the occurrence of helium film on body surfaces protruding from liquid and on the walls of liquid helium vessels.

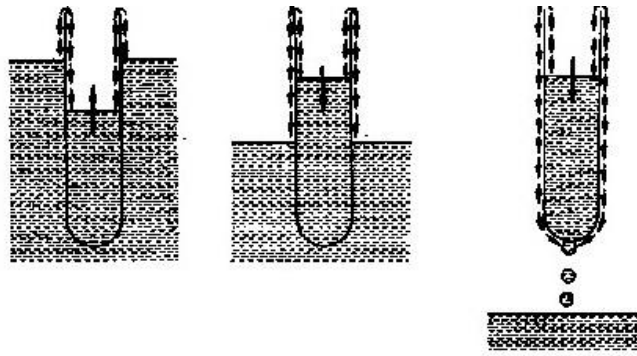


Fig.11

Due to the magnetic orientation effect, polyatomic one-dimensional molecules from ( $^4\text{He}, \text{C}$ ) atoms seek to straighten and take a longitudinal form. If lengths of these polyatomic one-dimensional molecules are smaller than the liquid  $^4\text{He}$  vessel size, then it is impossible to understand how a liquid film occurs on the vessel walls and on the surfaces of bodies protruding from liquid. If lengths of one-dimensional helium molecules are bigger than the vessel size, these molecules are coiled inside the vessel. Magnetic interactions make them behave as if contracted springs that seek to straighten. In these conditions, the utmost fragments of polyatomic molecules of macroscopic length may rise along the body surfaces and vessel walls above the liquid  $^4\text{He}$  surface. This is how will also behave intermediate fragments of these macroscopic molecules, which are bulged under the influence from magnetic interactions.

All other phenomena of liquid helium overflow have rather simple and illustrative explanations.

Experiments showed that super-fluid liquid helium flow velocity in **capillary** channels is incredibly high as compared to the flow velocity of other liquids and that super-fluid helium viscosity is negligibly small.

Viscosity means friction between adjacent layers of moving liquid. Ordinary, normal fluid contains molecular polyatomic clusters of ordered structure and “flickering” periphery. Internal friction in such liquid is mainly due to molecular clusters partially engaging each other. The more intensive the energy exchange in such engagements is the higher the friction and the viscosity are.

The presence of one-dimensional polyatomic macroscopic molecules composed of ( $^4\text{He}, \text{C}$ ) atoms in liquid  $^4\text{He}$  leads to the existence of real rather than reference layers in liquid. These layers are “one-dimensional”. There is neither atomic exchange nor engagement of atomic aggregates between them, unlike in normal fluid. This is what explains the low viscosity of super-fluid helium in ordinary vessels and super-low viscosity in capillarity conditions (like, for example, in Kapitsa viscosity meter).

Magnetic interactions make these molecules seek to straighten like straight contracted springs. Nothing prevents them from doing it in capillaries. Therefore, super-fluid helium in capillaries is a multitude of long, thin needle-like molecules parallel to each other and to the capillary.

Such multitude of long, thin, straight super-fluid molecules parallel to each other moves along the capillary almost free of friction without resistance from other molecules, just as a beam of parallel, thin and long needles passes through a vertical cylindrical tube.

The ( $^4\text{He}, \text{A}$ ) atoms that form the liquid helium component that has no super-fluidity are estimated to be the half of “Bohr radius” in size, that is  $2.65 \cdot 10^{-11}\text{m}$ . Cross dimensions of super-fluid molecules are determined by the helium nucleus diameter that is estimated to be  $4.43 \cdot 10^{-15}\text{m}$  according to Rutherford. These values differ by four orders. Due to this, super-fluid molecules freely penetrate ( $^4\text{He}, \text{A}$ ) atoms. That is why there is neither atomic exchange nor engagements of molecular aggregates between one-dimensional layers of super-fluid helium, as well as between the one-dimensional layers of super-fluid helium and the layers of normal liquid



helium. This is what explains the low viscosity of super-fluid helium in ordinary vessels and super-low viscosity in capillarity conditions.

Observable anomalies of liquid  ${}^4\text{He}$  heat conductivity are also explained by the fact that both normal and super-fluid component of liquid  ${}^4\text{He}$  have different structures.

Experiments showed that temperature perturbations almost instantly become uniform all over the volume of liquid  ${}^4\text{He}$  if it includes super-fluid component. In the absence of such component, the uniform distribution is incomparably slower. This can be explained by the fact that temperature perturbations in normal fluids are distributed due to chaotic movements of elements of those liquids. However, a super-fluid component of liquid helium consists of one-dimensional polyatomic macroscopic molecules wherein such perturbations are distributed at a velocity close to the propagation velocity of electromagnetic interactions.

Experiments also showed that the propagation velocity of temperature perturbations in a super-fluid component of liquid helium is isotropic, it does not depend on the direction. This speaks for the fact that every single one-dimensional polyatomic helium molecule consisting of ( ${}^4\text{He}, \text{C}$ ) atoms has a macroscopic length that exceeds the size of liquid helium vessel and that it quite densely fills the entire volume of liquid helium.

The unique properties of liquid helium containing super-fluid component were studied in a number of experiments using thermal exposure [6 to 8]. In order to gain quite complete and detailed understanding of phenomena observable in these experiments one should pay attention to two facts that describe the properties of super-fluid component of liquid helium. These facts are associated with that a super-fluid component consists of very long polyatomic “one-dimensional” molecules composed of ( ${}^4\text{He}, \text{C}$ ) atoms.

The first fact is associated with that due to magnetic orientation effect, magnetic interactions, these molecules are in the internally strained state and seek to straighten to quite densely fill the entire volume occupied by liquid helium.

The second fact is associated with that every atom in such a long “one-dimensional” molecule has its own, quite low energy that binds it to the molecule. This energy varies in every molecule based on the atom position within some interval ( $E_1, E_2$ ), where  $E_2 < 1.449\text{eV}$ .

If thermal exposure energy  $E$  is less than  $E_1$  then heat is propagated in liquid helium without disintegration of super-fluid molecules.

If  $E > E_2$ , then energy  $E$  in the heater vicinity is partially spent on removing from super-fluid molecules the respective part of ( ${}^4\text{He}, \text{C}$ ) atoms that pass into “normal” component of liquid  ${}^4\text{He}$ . As a result, the local pressure of “normal” component in the heater vicinity increases and a part of this component leaves the heater vicinity to equalize the pressure throughout the volume of liquid helium. At the same time, the heater vicinity where “warm” removal of the part atoms from super-fluid component happened is quite densely re-filled with the remaining super-fluid component (due to magnetic pressure induced by the magnetic orientation effect).

Thermal exposure experiments utilized communicating vessels. In one of such experiments, a small bottle with a capillary neck contained a heater and was submerged in liquid helium with super-fluid component (Fig.12) [6].

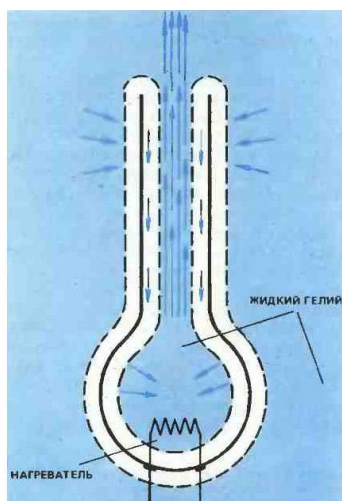


Fig.12

Another experiment utilized different vessels interconnected by means of an external tube. Both vessels contained liquid helium with super-fluid component, and one of them had a heater inside (Fig.13) [8]. Neither the capillary neck, nor the connecting tube in these experiments prevented “normal” or super-fluid components of liquid helium from passing through them.

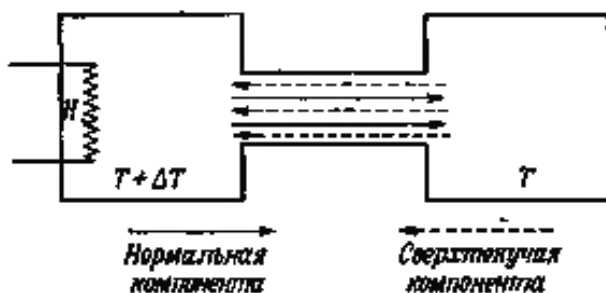


Fig.13

Heat supply in these experiments induced counter flows of “normal” and super-fluid components through the capillary and through the connecting tube. The mechanism of these flows formation is described above.

In the third experiment, a wide tube densely filled with fine powder that was used as a filter passing a super-fluid component and not passing “normal” one was completely submerged into a bath with liquid helium with super-fluid component. One end of the tube was open, and another one had a vertical capillary which top end protruded over the liquid helium surface (Fig.14) [8]. Heating of powder in the tube resulted in a partial disintegration of super-fluid component in that part of the tube which had a vertical capillary, which, in its turn, made the pressure of liquid helium increase in that part of the tube and liquid helium flow over the capillary.

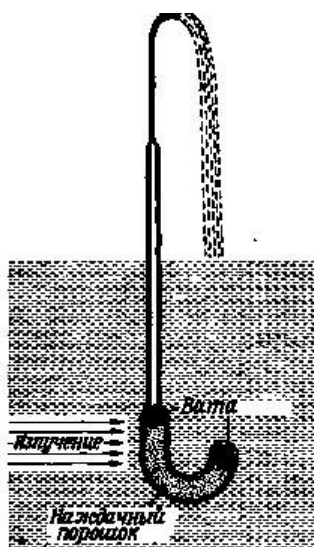


Fig.14

The deficit of liquid helium that eventually occurred in the tube was immediately compensated out of the super-fluid component supply through the powder filter from the helium bath. The super-fluid component flow through the powder filter was due to magnetic interactions in super-fluid molecules.

In yet another experiment, two vessels with super-fluid helium also communicated with each other by means of an external tube with powder filter (Fig.15) [8]. Heat supply to one of the vessels resulted in a partial disintegration of super-fluid component in the vessel and in-flow of the respective volume of super-fluid helium from another vessel through the powder filter.

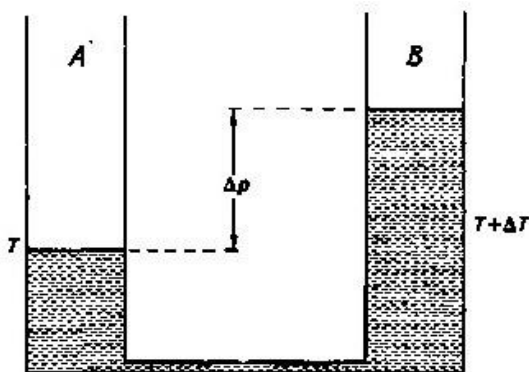


Fig.15

As a result, the levels of liquid helium in vessels were equal and there was a difference of pressures in liquid helium contained in different vessels.

The efficiency of powder filtration that separates super-fluid component of liquid helium from “normal” component is explained by a big difference in cross dimensions of these components. “Normal” component consists of atoms ( ${}^4\text{He}, A$ ) wherein electrons are on different nucleonic magnetic clusters, these atoms are estimated to be the half of “Bohr radius” in size, that is  $2.65 \cdot 10^{-11} \text{ m}$ . The cross dimension of super-fluid molecules is the helium nucleus diameter that is equal to  $4.43 \cdot 10^{-15} \text{ m}$  according to Rutherford.

The study of liquid helium properties has been yet purely academic and demonstrated heuristic capabilities of human reflective apparatus human.

The most amazing and unique property of liquid helium is its capability of flowing over vertical walls of vessels containing it until the internal and external levels become even.

If we bend the vertical walls of vessels in this experiment so that the resulting neck goes downwards the vessel, then with the appropriately selected form of such neck we can apparently achieve that super-fluid component rising along the internal surface of the vertical walls reaches the downward neck and flows back to the same vessel. This process of super-fluid component automatic circulation should last until the temperature of liquid helium rises above the boundary of super-fluid component region.

### XIII.4.5. Liquid $^3\text{He}$

The energy that binds atoms in the two-atom molecule of ( $^3\text{He}, \text{C}$ ) is estimated to be 0.186eV, which is four times less than in the two-atom molecule of ( $^4\text{He}, \text{C}$ ). This explains great difficulties that arise when deriving super-fluid component in liquid  $^3\text{He}$ .

### XIII.4.6. Super-Fluidity of “Neutron Liquid” in “Neutron Stars”

“Neutron stars” result from the strongest gravitational contraction of a burnt and partially cooled star, like “black holes”. “Black hole” originates from a burnt star of enormous mass. “Neutron stars” have masses around 1.44 of our Sun mass and radius around ten kilometers.

There is a great pressure inside “neutron star”. What effect does it have on the state of such star contents?

Let us consider a neutron star having radius of 10 km and mass equal to  $1.44m_{\text{Sun}}=1.44 \cdot 2 \cdot 10^{30}\text{kg}=2.88 \cdot 10^{30}\text{kg}$ . The mean density of matter in this star is  $P=6.88 \cdot 10^{17}\text{kg} \cdot \text{m}^{-3}$ . Since  $m_n \approx m_p \approx 1.67 \cdot 10^{-27}\text{kg}$ , then  $1\text{m}^3$  of a neutron star contains  $K=Pm_n^{-1}=4.12 \cdot 10^{44}$  nucleons. Hence, each nucleon in neutron star accounts for relative volume  $V=2.43 \cdot 10^{-45}\text{m}^3$ .

Each nucleon has its own shell of such volume and all the shells are different from sphere. Volume  $V=2.43 \cdot 10^{-45}\text{m}^3$  is contained in a sphere of  $0.834 \cdot 10^{-15}\text{m}$  in radius. If every nucleon in a neutron star is enclosed by a sphere of  $0.834 \cdot 10^{-15}\text{m}$  in radius, then all the adjacent spheres of such radius will be intersecting. Hence, distance  $r$  between adjacent nucleons in a neutron star having the mass of  $2.88 \cdot 10^{30}\text{kg}$  and radius of 10 km is less than  $2 \cdot 0.834 \cdot 10^{-15}\text{m}=1.67 \cdot 10^{-15}\text{m}$ .

To understand the meaning of these figures one should refer to the nucleonic interaction force equation:  $F_n(r)=pr^{-4}-qr^{-5}$ ,  $p=1581 \cdot 10^{-59}\text{kg} \cdot \text{m}^5 \cdot \text{s}^{-2}$ ,  $q=5032 \cdot 10^{-74}\text{kg} \cdot \text{m}^6 \cdot \text{s}^{-2}$  [11]. It follows from this equation that  $F_n(r^*)=0$  if  $r^*=3.528 \cdot 10^{-15}\text{m}$ . It bears reminding that there is nucleonic repulsion when  $r < r^*$  and nucleonic attraction when  $r > r^*$ . Since the distance between the adjacent neutrons in neutron star having the radius of 10km radius and mass of  $2.88 \cdot 10^{30}\text{kg}$  is less than  $1.67 \cdot 10^{-15}\text{m}$ , there is nucleonic repulsion between them.

This is well consistent with that the density of matter in a neutron star equal to  $6.88 \cdot 10^{17}\text{kg} \cdot \text{m}^{-3}$  is 4.7 times higher than the density of matter in atomic nucleus. Indeed, radius  $r_n$  of nucleus containing  $A$  nucleons is determined from Rutherford’s empirical equation:  $r_n=1.4 \cdot A^{1/3} \cdot 10^{-15}\text{m}$ . Since  $m_n \approx m_p \approx 1.67 \cdot 10^{-27}\text{kg}$ , the estimated density of matter in atomic nucleus in natural environment is  $Am_n(4 \cdot 3^{-1} \cdot \pi r_n^3)^{-1}=1.45 \cdot 10^{17}\text{kg} \cdot \text{m}^{-3}$ .

With such enormous densities neutron masses of neutron stars should have liquid properties due to the nucleonic repulsion between the adjacent neutrons.

As neutrons consist of neutron-like ether elements and have vortex-like structures, their excessive approach to each other under a great pressure may result in “dispersion” of neutrons into neutron-like ether elements. Such extinction of neutrons may happen in the center of neutron stars. With increase in neutron star mass, the neutron extinction area in the star should also increase.

Many neutron stars have extremely high revolution rate reaching ten thousand revolutions per second.

Observations showed that revolution rate  $\omega$  of neutron stars decreases very slowly and gradually. However, it appeared that there are such revolution rates  $\omega_1^*$ ,  $\omega_2^*$ ,  $\omega_3^*$ , ..., at which this rate increases in steps. If we denote the initial rate at the first stage by  $\omega_1^0$ , then revolution rate  $\omega$  will be decreasing continuously to  $\omega_1^*$ . At  $\omega_1^*$  it suddenly increases in step to  $\omega_2^0 > \omega_1^*$ , then it is decreasing continuously to  $\omega_2^*$ , and then, at  $\omega_2^*$ , increases again in step to  $\omega_3^0 > \omega_2^*$ , and so on.

It was incomprehensible what induced those steps in revolution rate  $\omega$ . There were observed no external influences on neutron stars. There was no escaping the impression that somebody unseen sometimes pushes those stars.

Once, D. Pines, professor of University of Illinois (USA), suggested to E.L. Andronikashvili a famous explorer of super-fluidity phenomenon, that he tries to solve this riddle [12]. This suggestion resulted from the hypothesis earlier pronounced by A. Migdal for super-fluid state of liquid neutron contents of neutron star “notwithstanding the temperature of 100 million degrees”.

Migdal’s hypothesis attracted attention because in 1949 L. Onsager predicted the existence of super-fluid helium component whirled in *revolving* super-fluid helium. Feynman supposed that such whirled are parallel to the axis of liquid helium revolution and that their quantity is proportional to revolution rate  $\omega$ . This is easy to understand based on the laws of the classical mechanics.

Based on this information on supposed properties of revolving super-fluid helium, V.L. Ginzburg assumed that super-fluid neutron matter in neutron stars is also pierced with a system of whirled similar to those of Onsager-Feynman [12].

Andronikashvili’s assistants built helium counterpart of a neutron star and conducted experimental observations [12]. If the ball contains super-fluid helium, there was observed a complete qualitative similarity between the behavior of the ball and the one of the neutron star. Besides, Andronikashvili’s assistants developed a quantitative “similarity law” and used it to derive qualitative evidence as to their assumptions concerning properties of neutron liquid in neutron stars.

It emerged that the number of super-fluid whirled in liquid helium does not vary proportionally to  $\omega$ , as Feynman assumed, but remains constant within the intervals of continuous variation of  $\omega$ , decreasing in step at critical  $\omega$  only [12]. Such stepwise decrease in the number of whirled is what indices stepwise variations in revolution rate of the helium ball and neutron star.

If we let  $I$  represent inertia moment of an object - a ball with helium or a neutron star – relatively to the axis of their revolution, then the impulse moment of the object revolving at rate  $\omega$  is  $M=I\omega$ . Variation in the number of whirled does not affect impulse moment  $M$ . However, “dispersion” of whirled causes stepwise decrease in inertia moment  $I$  of the object. Meanwhile, the impulse moment  $M$  remains virtually constant so the rate  $\omega$  increases in steps.

Therefore, the contents of rapidly revolving neutron star behaves like a revolving ball filled with super-fluid helium. Why?

Apart from neutron field, neutron has a self-magnetic field and is a paramagnetic substance. So look what comes out. The situation appears to be somehow similar to the one with liquid helium. Electrical interactions unite ( $He, C$ ) atoms in liquid helium into super-long molecules. Meanwhile, magnetic interactions prevent these atoms from approaching too close to each other and at the same time seek to straighten these molecules creating internal tension therein.

Magnetic attraction between neutrons in neutron stars seeks to unite neutrons into super-long, “one-dimensional” structures, and seeks to straighten them. Meanwhile, nucleonic interactions prevent neutrons in these structures from approaching each other too much.

Thus, the common peculiarity of super-fluid helium and “neutron liquid” are super-long “one-dimensional” helium molecules in helium and “one-dimensional” super-long chains of neutrons that seek to become straight in form under the influence from magnetic interactions.

Super-fluid whirls in revolving liquid helium and in revolving “neutron liquid” consist of super-long “one-dimensional” straight super-fluid formations parallel to the axis of liquid helium and “neutron liquid” revolution.

The presence of super-long “one-dimensional” formations in liquid helium and in “neutron liquid” explains super-high heat transfer rate in such media: temperature perturbations propagate at the rate of electrical and magnetic interactions in super-fluid helium and at the rate of neutron and magnetic interactions in super-fluid neutron structures.

Experimental results published in [1] prove that there are no indivisible quanta of energy in the material world. In view of these results, an obsessive emphasis on the “quantum” nature of super-fluidity phenomenon [6 to 8] should be perceived at a will to conceal the lack of any substantial understanding of the true nature of the phenomenon.

1. Павлова Н.Н., Иванов А.М., Юшков А.В. и Токтаров К.А. Некоторые закономерности в изотопических изменениях форм легких, средних и тяжелых ядер//Известия АН СССР. Серия физическая. 1979. Т.43. №11. С.2317-2323.
2. <http://viXra.org/abs/1308.0136> . Wave-Corpuscle Duality in Macroworld and in Microworld: Similarities and Dissimilarities. Корпускулярно-волновой дуализм в макромире и в микромире: сходства и различия.
3. <http://viXra.org/abs/1309.0014> . Magnetism, Lorentz Force, Electron Structure. Магнетизм, сила Лоренца, структура электрона
4. Вонсовский С.В. Магнетизм. –М.: Наука. 1984.
5. Стриганов А.Р., Свинтицкий Н.С. Таблицы спектральных линий нейтральных и ионизированных атомов. –М.: Атомиздат. 1966.
6. Капица П.Л. «Когда такой случай подвернулся, нельзя было его упускать»//Химия и жизнь. №11. 1987. С.45-53.
7. Капица П.Л. Эксперимент. Теория. Практика. –М.: Наука. 1987.
8. Тилли Д.Р. и Тилли Дж. Сверхтекучесть и сверхпроводимость. –М.: Мир. 1977.
9. Савельев И.В. Курс общей физики. Т.1. Механика. Молекулярная физика. –М.: Наука. 1982.
10. Рэмсен Э.Н. Начала современной химии. –Ленинград: Химия. 1989.
11. <http://viXra.org/abs/1311.0167> . Neutron Interactions. Нейтронные взаимодействия.
12. Андроникашвили Э.Л. Четвертое поколение//Химия и жизнь,1981,№5, С.89-93

Nikolay Nikolaevich Leonov  
E-mail: [NNLeonov@inbox.ru](mailto:NNLeonov@inbox.ru)

Микромир\_45.  
**НЕРЕШЕННЫЕ ПРОБЛЕМЫ ФИЗИКИ\_5**

Н.Н.Леонов

Магнетизм, практически незаметный в современной теории микромира, в реальном материальном Мире играет важнейшую конструктивную роль, генерируя огромное разнообразие объектов и их свойств.

При чрезвычайно низких температурах в жидком гелии существуют атомы, в которых электроны и ядро расположены на одной и той же прямой, и оба электрона находятся с одной и той же стороны от ядра. Существование таких атомов позволяет достичь простого, наглядно-образного понимания всех удивительных свойств сверхтекучего гелия.

### **ХIII. Магнетизм – «серый кардинал» современной физики**

Современная теоретическая физика долго и упорно пытается представить магнетизм в качестве изгиба, стараясь не замечать его роль в устройстве материального Мира. В теории атома это ей частично удастся, за счет потери детальности представлений об устройстве атома. Однако, в теории ядра отказ от учета магнетизма она вынуждена компенсировать введением и использованием представлений о «слабых» ядерных взаимодействиях, отсутствующих в реальном материальном Мире.

Что потеряла физика в результате этого, продемонстрируем, показав истинное устройство атома и механизмы образования сверхтекучих компонент жидкого гелия и «нейтронной жидкости» в «нейтронных звездах».

#### **ХIII.1. Магнетизм и атом**

Что современная физика знает об атомах? Атом состоит из ядра и «электронной оболочки». Ядро состоит из  $A$  нуклонов -  $Z$  протонов и  $N$  нейтронов,  $A=Z+N$ . Как правило, за редкими исключениями, в стабильных ядрах количество нейтронов  $N$  превышает количество протонов  $Z$ . Чем тяжелее ядро, тем это превышение больше. «Электронная оболочка» нейтрального невозбужденного атома состоит из  $Z$  электронов.

Современная физика не располагает адекватными сведениями о расположении нуклонов в ядре и электронов в «электронной оболочке». Причина этого заключается в специфике квантовой парадигмы, на базе которой строятся все представления об устройстве объектов микромира.

В 1979г появилась публикация об экспериментальном доказательстве отсутствия в материальном Мире неделимых квантов энергии [1]. Мировая физика отреагировала на это введением жесточайшей цензуры на публикацию результатов исследований, не отвечающих квантовой парадигме.

Теория нелинейных колебаний - ТНК, в результате специального расследования, обнаружила, что, к представлениям о существовании неделимых квантов энергии, физика пришла в результате отказа от учета такой существенной составляющей материального Мира, как эфир, и необоснованного отказа от учета магнитных взаимодействий между объектами микромира [2,3]. Выявление структуры электрона показало, если бы в материальном Мире не было эфира, то не было бы ни электронов, ни нейтронов, ни протонов, ни других объектов микромира и макромира.

Учет эфира, с его сопротивлением движению микрообъектов, и магнитных взаимодействий между микрообъектами, открыли перед ТНК возможности построения «классической» теории микромира, оперирующей адекватными структурными математическими моделями атомных структур, о принципиальной невозможности построения которой так долго и с таким упорством заявляла физика.

#### **ХIII.2. Магнетизм и атомное ядро**

Результаты эксперимента сотрудников ИЯФ АН СССР (Алма-Ата) [1] говорят о том, что системы нуклонов атомных ядер обладают квазикристаллическими структурами. Иными словами, такие структуры систем нуклонов ядра обладают статически устойчивыми состояниями равновесия, т.е. статически устойчивыми конфигурациями из своих нуклонов.

Нуклоны, в этих конфигурациях, по своим местам расставляют нуклонные взаимодействия. Сопротивление эфира движению нуклонов, делает эти конфигурации устойчивыми.

Нуклонные взаимодействия расставляют нуклоны, в этих конфигурациях, по вполне определенным местам, относительно других нуклонов ядра, не ограничивая их ориентационной свободы. Магнитное поле нуклона, и других микрообъектов, обладает способностью к магнитному ориентационному эффекту [4], согласно которому вектор

магнитного момента объекта стремиться расположиться вдоль линий внешнего магнитного поля.

Внешним магнитным полем, для магнитного поля нуклона, в ядре, является сумма собственных магнитных полей остальных нуклонов ядра. Под действием этих магнитных полей, магнитные поля нуклонов ядра объединяются в нуклонные магнитные кластеры, в каждом из которых все векторы магнитных моментов располагаются на прямой, проходящей через все нуклоны этого кластера. Ядро дейтерия имеет один двухнуклонный магнитный кластер, Ядра трития и  ${}^3\text{He}$  имеют по два кластера, один из них однонуклонный, другой – двухнуклонный (рис.1). Векторы магнитных моментов кластеров в ядрах трития и  ${}^3\text{He}$  параллельны. Это придает особую специфику условиям стабильного существования ядер  $T$  и  ${}^3\text{He}$  и частотным спектрам электромагнитного излучения трития и  ${}^3\text{He}$ .

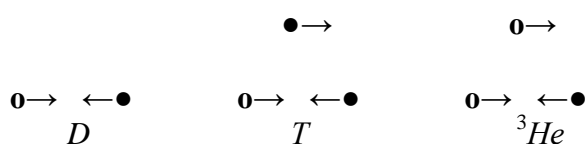


Рис.1. Нуклонные магнитные кластеры ядер  $D$ ,  $T$  и  ${}^3\text{He}$

Ядро  ${}^4\text{He}$  обладает двумя двухнуклонными магнитными кластерами, расположенными на перекрещивающихся прямых (рис.2).

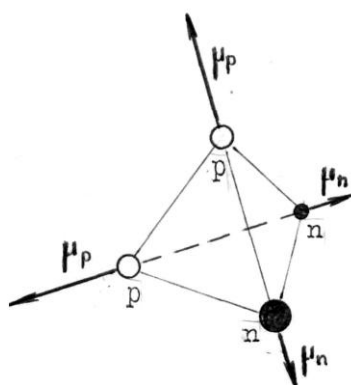


Рис.2. Нуклонные магнитные кластеры ядра  ${}^4\text{He}$

В более тяжелых ядрах, кроме двухнуклонных, могут существовать и трехнуклонные, и, может быть, четырехнуклонные кластеры. Что касается трехнуклонных кластеров, то они, без сомнения, существуют. Если заглянуть в таблицу Менделеева, то в ней имеются доказательства этого. Например, на каждый протон, в ядре ванадия, приходится 1,2 нейтрона, а в ядре висмута – 1,5 нейтрона.

Специальные исследования показали, что каждый кластер стабильного ядра содержит один и только один протон, а все нейтроны кластера, содержащего протон – стабильны.

Ядра нестабильны, если в них есть кластеры, содержащие только нейтроны. Например, ядро трития. Все нейтроны, в таких кластерах, нестабильны – они могут, в результате встречи с фотоном, превратиться в протоны. Но как только, в таком кластере, появится протон, так все нейтроны этого кластера становятся стабильными. Если, в результате перестройки системы нуклонов ядра, в кластере появляются два протона, то оба протона становятся неустойчивыми – возникает возможность распада одного из них на нейтрон и антиэлектрон.



Так как магнитные поля электронов и антиэлектронов обладают чрезвычайно узкими, спицеподобными магнитными струям [3], то протоны, представляющие собой нейтрон-антиэлектронные системы, а также магнитные поля нуклонных магнитных кластеров ядер, также обладают подобными струями. Из-за этого, магнитное поле ядра состоящее из суммы магнитных полей отдельных нуклонных кластеров, для больших  $A$ , имеет структуру системы иголок морского ежа (рис.3).

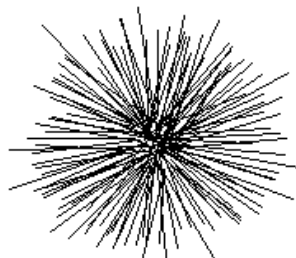


Рис.3. Схема магнитного поля атомного ядра при больших  $A$

Пожалуй, одним из самых интересных нюансов магнетизма ядра, является то, что количество нуклонных магнитных кластеров стабильного ядра является тем фактором, который объективно задает величину «зарядового числа» ядра и атома  $Z$ .

### **ХШ.3. Магнетизм атомного ядра и структура «электронной оболочки» невозбужденного атома**

Теория нелинейных колебаний обнаружила, что квантовый «квазидетерминизм» расположения электронов в электронной оболочке невозбужденного атома – следствие существенной неполноты и необъективности квантовой парадигмы.

Исследования показали, что магнетизм ядра является решающим фактором, определяющим расположение электронов в «электронной оболочке» атома. Электроны в атоме располагаются на осевых линиях магнитных полей нуклонных магнитных кластеров ядра.

На заре человечества, количественный счёт зарождался с чисел один, два и «много», где «много» - это три и больше. В современной теории атома «много» – это два и больше. Действительно, индивидуальные свойства атома водорода, содержащего один электрон, не зависят от того, с какой стороны от ядра находится электрон (рис.4). Между электроном и протоном, в этом атоме действует электрическое притяжение и, благодаря диамагнетизму электрона и протона, магнитное отталкивание. Электрическое притяжение здесь обеспечивает локализацию атома, а магнитные взаимодействия препятствуют коллапсу электрон-протонной системы.



Рис.4. Схемы атомов водорода с разными относительными  
расположениями векторов магнитных моментов  
протонов и электронов

У этих атомов одинаковые потенциалы ионизации и одинаковые собственные частоты. Вместе с тем, у них есть и одно отличие – разные направления линий магнитного поля, имеющего одну и ту же конфигурацию для обоих атомов.

А вот в атомах с двумя и большими количествами электронов начинаются весьма неприятные, для современной физики, сюрпризы,

Первый сюрприз преподносит атом  ${}^3\text{He}$ . Ядро этого атома обладает двумя параллельными друг другу нуклонными магнитными кластерами, векторы магнитных моментов которых параллельны друг другу (рис.1). Расстояние между ними не превышает  $10^{-14}\text{м}$ , а расстояние между ядром и атомными электронами больше, чем  $10^{-11}\text{м}$ . Из-за этого, для электронов этого атома, существует фактически один нуклонный магнитный кластер с  $\mu({}^3\text{He})=2\mu_p-\mu_n$ . Поэтому атом  ${}^3\text{He}$  может обладать только «одномерной» формой, в которой и ядро, и оба электрона расположены на одной и той же прямой. При этом, «электронная оболочка» атома, в зависимости от расположения электронов относительно ядра, и от взаимной ориентации их магнитных полей, может, в принципе, принимать одну из форм **A**, **B**, **C**, изображенных на рисунке 5 ( $\bullet$  - ядро  ${}^3\text{He}$ ).

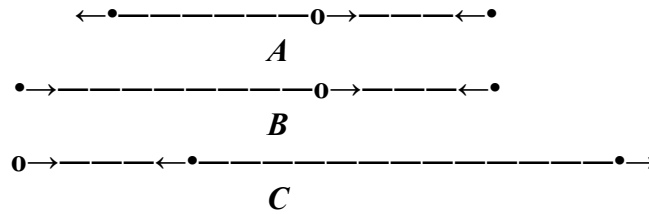


Рис. 5. Схемы атомов  ${}^3\text{He}$  форм **A**, **B**, **C**

Исследования показали, что форма **A**, при существующих значениях параметров нуклонов и электронов, существовать не может, а форма **B** устойчивым статическим равновесием не обладает. При этом, элементы атома  ${}^3\text{He}$  этой формы находятся, во время своего существования, в непрерывном периодическом возвратно-поступательном движении. В первом полупериоде, оба электрона движутся, относительно ядра, вправо до тех пор, пока векторы магнитных моментов обоих электронов не опрокинутся на  $180^\circ$ . С этого начинается второй полупериод, в течение которого оба электрона будут двигаться влево до тех пор, пока векторы их магнитных моментов вновь не опрокинутся на  $180^\circ$ , и период движения не замкнется.

В форме **C** оба электрона находятся с одной и той же стороны от ядра. Из-за того, что электрический заряд ядра равен  $2e$ , а его суммарный магнитный момент, в точках расположения электронов, равен  $2\mu_p$ , левый, на рис.5, электрон, в этой форме, отстоит от ядра на величину «Боровского радиуса», как и электрон в атоме протия, а правый электрон отстоит от ядра атома  ${}^3\text{He}$  на порядок дальше.

Потенциал первой ионизации этого атома тривиально подсчитывается методами ТНК. Он чрезвычайно мал -  $1,313\text{эВ}$ . Поэтому, стабильное существование атомов  ${}^3\text{He}$  формы **C** возможно только при весьма низких температурах, при весьма низком уровне внешних возмущений.

Таким образом, нейтральные атомы  ${}^3\text{He}$  могут обладать статическим равновесием только в форме **C**. Это хорошо объясняет то обстоятельство, что современной физике до сих пор ничего не известно о спектрах электромагнитного излучения нейтрального  ${}^3\text{He}$ .

Об устройстве невозбужденных нейтральных атомов  ${}^4\text{He}$  современная физика обладает также весьма скудными и, во многом необъективными, сведениями.

Ядро атома  ${}^4\text{He}$ , как и ядро атома  ${}^3\text{He}$ , обладает двумя нуклонными магнитными кластерами, но у ядра  ${}^4\text{He}$  они не параллельные, а перекрещивающиеся (рис.2).

Атомы  ${}^4\text{He}$ , как и атомы  ${}^3\text{He}$ , способны, в принципе, обладать «электронными оболочками» трех форм – **A**, **B** и **C**. В форме **A** электроны располагаются на разных магнитных кластерах ядра (рис.6,  $\bullet$  - ядро  ${}^4\text{He}$ ).



Рис. 6. Схема атома  ${}^4\text{He}$  формы *A*

Форма *A* может иметь два варианта, в зависимости от взаимной ориентации векторов магнитных моментов ядра и электронов. В одном, между электронами действует магнитное отталкивание, в другом – магнитное притяжение. Наибольшее значение потенциала первой ионизации этой формы установлено экспериментально, оно равно 24,586эВ [5].

В форме *B* оба электрона находятся на одном и том же магнитном кластере ядра, по разные стороны от ядра (рис.7). Форма *B* атома  ${}^4\text{He}$  менее стабильна, чем форма *A*, так как ее потенциал первой ионизации равен 2,788эВ.



Рис.7. Схема атома  ${}^4\text{He}$  формы *B*

В форме *C* оба электрона находятся на одном и том же магнитном кластере ядра, по одну и ту же сторону от ядра (рис.8). Так как электрический заряд ядра равен  $2e$ , а величина магнитного момента магнитного кластера этого ядра такая же, как и у протона,

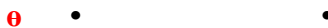


Рис.8. Схема атома  ${}^4\text{He}$  формы *C*

то внутренний электрон в атоме ( ${}^4\text{He},C$ ) вдвое ближе к ядру, чем электрон к протону в протии. Внешний же электрон в атоме ( ${}^4\text{He},C$ ) отстоит от ядра в двадцать раз дальше, чем внутренний. Поэтому. потенциал первой ионизации этого атома равен 1,449эВ.



Об удивительных свойствах атомов, не известных физике, можно рассказывать много и долго. Приведем лишь один нюанс. Атомами формы *C*, в которой все электроны расположены на одном и том же магнитном кластере ядра, с одной и той же стороны от ядра, теоретически могут располагать все химические элементы. Но практически это невозможно из-за наличия внешних возмущений. Действительно, атомы ( ${}^3\text{He},C$ ) и ( ${}^4\text{He},C$ ), из-за чрезвычайно низких величин потенциалов первой ионизации, могут реально существовать только при очень низких температурах, при которых гелий существует только в жидкой форме.

Если сравнить величины потенциалов первой ионизации атомов формы *C* гелия-4, лития, бериллия и бора, то можно заметить, что эти величины убывают с ростом  $Z$  со скоростью геометрической прогрессии.

$({}^4\text{He},C)$	$(\text{Li},C)$	$(\text{Be},C)$	$(\text{B},C)$
1,449эВ	0,693эВ	0,276эВ	0,139эВ

#### ХIII.4. Природа сверхтекучести жидкого гелия и «нейтронной жидкости» в нейтронных звездах

Явление сверхтекучести, со всеми его удивительнейшими свойствами, было открыто сначала в жидком гелии. Затем были открыты нейтронные звезды. Оказалось, что множество нейтронов в нейтронных звездах находится в состоянии «нейтронной жидкости», обладающей свойством сверхтекучести.

Неформального, содержательного понимания причин существования явления сверхтекучести, квантовой физике выработать не удалось. Это было сделано ТНК.

#### **ХШ.4.1. Сверхтекучесть жидкого гелия**

Экспериментально установлено, что, при чрезвычайно низких температурах, гелий переходит в жидкое состояние с компонентой, обладающей свойствами нормальной жидкости и со сверхтекучей компонентой [6-8].

Сверхтекучая компонента жидкого гелия обладает способностью перетекания через возвышенные стенки сосудов до выравнивания внутреннего и внешнего уровней жидкого гелия, а также чрезвычайно высокой теплопроводностью, при низкой теплоемкости, и чрезвычайно низкой вязкостью.

Возможность одновременного существования компоненты жидкого гелия с такими необычными свойствами и компоненты, этими свойствами не обладающей, обусловлена, согласно ТНК, тем, что электронная оболочка атомов гелия может существовать в разных формах и тем, что условия стабильного существования атомов гелия с разными формами электронных оболочек сильно различаются.

#### **ХШ.4.2. Структура «нормальной» жидкости**

По своей структуре, жидкость занимает промежуточное положение между газом и твердым телом. Элементарными единицами газа являются совершенно не связанные между собой атомы и молекулы вещества. Элементарными единицами твердого тела являются кристаллы, состоящие из четко упорядоченной системы жестко связанных между собой электромагнитными взаимодействиями атомов и молекул.

Понимание структурных особенностей жидкости может быть достигнуто с помощью использования экспериментальных данных о свойствах жидкостей.

Одни из них говорят о том, что, с повышением температуры, вязкость газа увеличивается, а жидкости уменьшается [9]. Под вязкостью понимается трение между условными слоями газа и жидкости. Вязкость газа обусловлена атомным и молекулярным обменом между разными условными слоями газа. С повышением температуры, средняя скорость атомов и молекул газа повышается, что и приводит к увеличению обмена элементами газа между соседними слоями газа, и к повышению вязкости газа с ростом температуры. Уменьшение вязкости жидкости с ростом температуры говорит о том, что отдельные атомы и молекулы в жидкости на величину ее вязкости оказывают незначительное влияние.

Другая группа экспериментальных данных получена с помощью рентгенографических исследований жидкости [9]. Эти исследования показали, что в жидкости существуют локально упорядоченные структуры и что глобальной упорядоченности, имеющей место в твердых телах, в жидкости нет. Согласно этим сведениям, основными компонентами жидкости являются не отдельные атомы и молекулы, а некоторые жидкостные агрегаты - локально ограниченные множества молекул и атомов, упорядоченно связанных между собой в рамках каждого такого множества. Между собой отдельные жидкостные агрегаты упорядоченным образом не связаны. Следовательно, жидкость является системой жидкостных агрегатов – множеств локально упорядоченных атомов и молекул.

Величина жидкостного агрегата в жидкости зависит от температуры. Молекулы в этом агрегате скреплены кулоновскими силами. Каждый атом представляет собой систему кулоновских диполей, положительный полюс каждого из которых находится в атомном ядре, а отрицательный – в «электронном облаке» атома. Объединение атомов в молекулы, а молекул - в жидкостные агрегаты, приводит к тому, что кулоновские силы, удерживающие молекулу в жидкостном агрегате, ослабевают с удалением от центра агрегата к его периферии. Соответственно, уменьшается и энергия связи молекул в агрегате. Если энергия тепловых возмущений больше энергии связи периферийной молекулы с агрегатом, то эти связи рвутся. А так как энергия тепловых возмущений имеет

не строго фиксированное значение, а распределена в некотором интервале значений, то следует ожидать, что молекулярные агрегаты в жидкости имеют «мерцающую» периферию, молекулы которой то покидают агрегат, то вновь к нему присоединяются.

Наличие молекулярных агрегатов в нормальной жидкости хорошо объясняет наблюдаемую зависимость вязкости от температуры. Говоря об условных слоях в жидкости, мы имеем в виду достаточно гладкую поверхность, четко отделяющую один слой от другого. Для реальной жидкости такую достаточно гладкую условную поверхность провести невозможно, так как в каждом из разделяемых ею слоев находится множество молекулярных агрегатов, частично выступающих за эту поверхность. Столкновениями этих молекулярных агрегатов, принадлежащих разным условным слоям, и обуславливаются характеристики вязкости в нормальной жидкости. И если, при повышении температуры газа, увеличивается средняя скорость движения его молекул, что приводит к повышению его вязкости, то повышение температуры нормальной жидкости приводит к уменьшению величины молекулярных агрегатов и, тем самым, к уменьшению вязкости нормальной жидкости.

### ХШ.4.3. Структура и свойства жидкого ${}^4\text{He}$

В современной химии существует стойкое заблуждение о том, что гелий – абсолютно не толерантен, что его атомы не вступают в соединения ни с другими атомами гелия, ни с атомами других химических веществ [10]. Это заблуждение исходит из необоснованной убежденности квантовой физики в том, что все атомы гелия обладают одной и той же формой, что существование разных форм гелия в Природе невозможно.

Однако, ТНК выявила возможность существования разных форм «электронных оболочек» у атомов гелия - форм *A*, *B* и *C* (рис.6,7,8). Исследования обнаружили, что жидкий гелий, в общем случае, состоит из двух компонент с разными структурами - нормальной и сверхтекучей. Материальными носителями нормальной компоненты являются атомы ( ${}^4\text{He},A$ ), а сверхтекучей – атомы ( ${}^4\text{He},C$ ).

Если отвлечься от размеров электронов и ядра, то атомы ( ${}^4\text{He},A$ ) имеют двумерную структуру, а жидкостные агрегаты, образованные атомами ( ${}^4\text{He},A$ ), трехмерны.

Что касается атомов ( ${}^4\text{He},C$ ), то в этих атомах оба электрона находятся на одном и том же нуклонном магнитном кластере ядра, с одной и той же стороны от ядра. При этом, внешний электрон находится значительно дальше от ядра, чем внутренний (рис. 8). Из-за этого, атомы ( ${}^4\text{He},C$ ) обладают ярко выраженными кулоновскими дипольными свойствами и, при достаточно низких температурах, могут объединяться в длинные «одномерные» многоатомные молекулы – агрегаты. Энергия связи двух атомов ( ${}^4\text{He},C$ ) в единую молекулу оказалась равной 0,862эВ. Это почти в два раза меньше энергии первой ионизации атома ( ${}^4\text{He},C$ ). Это подтверждает возможность создания многоатомных молекул из атомов ( ${}^4\text{He},C$ ) (рис.9).



Рис. 9. Схема сверхтекучей молекулы жидкого  ${}^4\text{He}$

Благодаря магнитному ориентационному эффекту [4], одномерные многоатомные гелиевые молекулы, если им ничто не мешает, стремятся распрямиться и принять прямолинейную, спицеобразную форму. Наличием таких многоатомных одномерных молекул из атомов ( ${}^4\text{He},C$ ) и объясняются все уникальные и удивительные свойства сверхтекучей компоненты жидкого  ${}^4\text{He}$ .

Информация о существовании таких уникальных молекул гелия позволяет, на уровне привычных понятий, даже школьникам, достичь содержательного понимания результатов

любопытнейших экспериментов с жидким гелием, содержащим сверхтекучую компоненту.

#### ХП.4.4. Эксперименты с жидким гелием, содержащим сверхтекучую компоненту

Наиболее удивительной является способность сверхтекучей компоненты взбираться на стенки сосудов и на поверхности тел, выступающих над жидким гелием, обволакивать эти поверхности толстыми пленками, и перетекать через возвышенные стенки сосудов с жидким гелием, до выравнивания внешнего и внутреннего уровней (рис.10,11) [6-8].

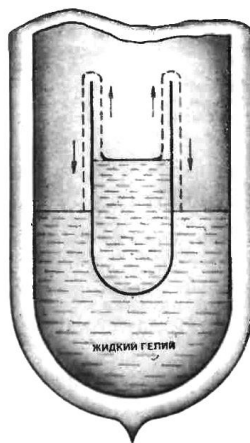


Рис.10

До сих пор это явление объяснялось «сифонным эффектом». Эта гипотеза появилась в результате обнаружения толстой пленки жидкого гелия, покрывающей выступающие над поверхностью жидкости части тел, частично погруженных в жидкий гелий, содержащий сверхтекучую компоненту. Дефект этой гипотезы состоит в том, что она не объясняет появление гелиевой пленки на выступающих из жидкости поверхностях тел и на стенках, содержащих жидкий гелий, сосудов.

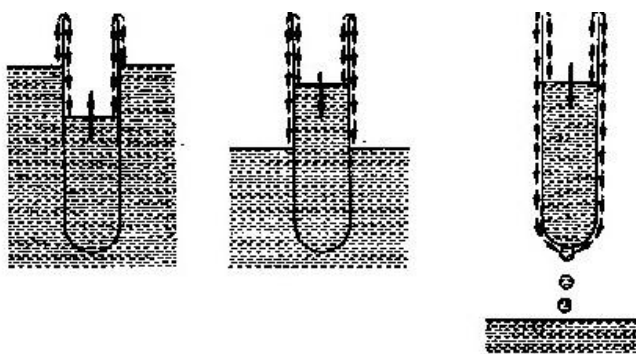


Рис.11

Благодаря магнитному ориентационному эффекту, многоатомные одномерные молекулы из атомов ( $^4\text{He}, \text{C}$ ) стремятся распрямиться и принять прямолинейную форму. Если длины этих многоатомных одномерных молекул меньше размеров сосуда с жидким  $^4\text{He}$ , то понять механизм образования жидкой пленки на стенках сосуда, и на поверхностях выступающих из жидкости тел, невозможно. Если же длины одномерных

гелиевых молекул больше размеров сосуда, то эти молекулы окажутся свернутыми внутри сосуда. Благодаря магнитным взаимодействиям, они будут вести себя как свернутые пружины, стремясь распрямиться. В этих условиях, крайние фрагменты многоатомных молекул макроскопической длины могут подниматься вдоль поверхностей тел и вдоль стенок сосудов над поверхностью жидкого  ${}^4\text{He}$ . Так же будут вести себя и выпучивающиеся, под влиянием магнитных взаимодействий, промежуточные фрагменты этих макроскопических молекул.

Все остальные стороны явления перетекания жидкого гелия находят достаточно простые и наглядные объяснения.

•  
Эксперименты показали, что скорость течения сверхтекучего жидкого гелия в **капиллярных** каналах необычайно высока, по сравнению со скоростью течения других жидкостей, и что, при этом, вязкость сверхтекучего гелия ничтожно мала.

Под вязкостью понимается трение между соседними слоями движущейся жидкости. Обычная, нормальная жидкость содержит, в своем составе, молекулярные многоатомные кластеры с упорядоченной структурой и с «мерцающей» периферией. Внутреннее трение в такой жидкости образуется, в основном, за счет частичного зацепления друг за друга молекулярных кластеров. Чем больше энергообмен при таких зацеплениях, тем больше трение, тем больше вязкость.

Наличие одномерных многоатомных, макроскопической длины, молекул в жидком  ${}^4\text{He}$ , образованных атомами ( ${}^4\text{He}, C$ ), вызывает существование реальных, а не условных слоев в жидкости. Эти слои «одномерны». Между ними нет ни атомного обмена, ни зацепления атомных агрегатов, как в обычной жидкости. Этим и объясняется низкая вязкость сверхтекучего гелия в обычных сосудах и сверхнизкая вязкость в условиях капиллярности (как, например, в вискозиметре П.Л.Капицы).

Эти молекулы, благодаря магнитным взаимодействиям, стремятся, подобно свернутым прямолинейным пружинкам, распрямиться. В капиллярах ничто не мешает им это сделать. Поэтому в капиллярах сверхтекучий гелий представляет собой множество параллельных друг другу и самому капилляру длинных, тонких, спицеподобных молекул.

Множество тонких, длинных, прямолинейных и параллельных друг другу сверхтекучих молекул движется по капилляру практически без трения, не испытывая сопротивления своему движению со стороны других молекул, так же, как пучок параллельных, тонких и длинных спиц пролетает через вертикальную цилиндрическую трубку.

Размеры атомов ( ${}^4\text{He}, A$ ), из которых состоит компонента жидкого гелия, не обладающая свойством сверхтекучести, оцениваются половиной величины «Боровского радиуса», равного  $5,3 \cdot 10^{-11}$  м. Поперечные размеры сверхтекучей молекулы, определяются величиной диаметра ядра атома гелия, оценка которого, по Резерфорду, равна  $4,43 \cdot 10^{-15}$  м. Эти величины различаются на четыре порядка. Благодаря этому, сверхтекучие молекулы свободно проникают через атомы ( ${}^4\text{He}, A$ ). Поэтому не только между одномерными слоями сверхтекучего гелия, но и между одномерными слоями сверхтекучего гелия и слоями нормального жидкого гелия нет ни атомного обмена, ни зацеплений молекулярных агрегатов. Этим и объясняется низкая вязкость сверхтекучего гелия в обычных сосудах и сверхнизкая вязкость в условиях капиллярности.

•  
Наблюдаемые аномалии теплопроводности жидкого  ${}^4\text{He}$  также объясняются тем, что нормальная и сверхтекучая компоненты жидкого  ${}^4\text{He}$  имеют разные структуры.

Экспериментально установлено, что выравнивание температурных возмущений по всему объему жидкого  ${}^4\text{He}$ , если он содержит сверхтекучую компоненту, происходит практически мгновенно. При отсутствии этой компоненты, выравнивание тепловых возмущений происходит несравнимо медленнее. Это объясняется тем, что в обычных жидкостях тепловые возмущения распространяются за счет хаотических движений

элементов этих жидкостей. Сверхтекучая же компонента жидкого гелия состоит из одномерных многоатомных макроскопической длины молекул, в которых эти возмущения распространяются со скоростью, близкой к скорости распространения электромагнитных взаимодействий.

Экспериментально установлено также, что скорость распространения температурных возмущений в сверхтекучей компоненте жидкого гелия изотропна, не зависит от направления. Это свидетельствует не только о том, что каждая отдельная многоатомная одномерная гелиевая молекула, состоящая из атомов ( $^4\text{He}, \text{C}$ ), имеет макроскопическую длину, превосходящую размеры сосуда с жидким гелием, но и достаточно плотно заполняет весь объем жидкого гелия.

Изучение уникальных свойств жидкого гелия, содержащего сверхтекучую компоненту, проводилось, в ряде экспериментов, с использованием тепловых воздействий [6-8]. Для достижения достаточно полного и детального понимания явлений, наблюдавшихся в этих экспериментах, нужно обратить внимание на два обстоятельства, характеризующие свойства сверхтекучей компоненты жидкого гелия. Эти обстоятельства связаны с тем, что сверхтекучая компонента состоит из очень длинных многоатомных «одномерных» молекул, составленных из атомов ( $^4\text{He}, \text{C}$ ).

Первое обстоятельство связано с тем, что, благодаря магнитному ориентационному эффекту, благодаря магнитным взаимодействиям, эти молекулы находятся во внутренне напряженном состоянии и стремятся распрямиться и достаточно плотно заполнить весь объем, занимаемый жидким гелием.

Второе обстоятельство обусловлено тем, что каждый атом в такой длинной «одномерной» молекуле обладает своей, достаточно малой, энергией связи с этой молекулой. В каждой молекуле эта энергия изменяется, в зависимости от положения атома, в некотором интервале ( $E_1, E_2$ ), где  $E_2 < 1,449 \text{ эВ}$ .

Если энергия  $E$  теплового воздействия меньше, чем  $E_1$ , то распространение тепла в жидком гелии происходит без разрушения сверхтекучих молекул.

Если же  $E > E_2$ , то часть энергии  $E$  тратится, в окрестности нагревателя, на удаление из сверхтекучих молекул соответствующей части атомов ( $^4\text{He}, \text{C}$ ), которые переходят в «нормальную» компоненту жидкого  $^4\text{He}$ . В результате этого, в окрестности нагревателя повышается локальное давление «нормальной» компоненты, и часть этой компоненты уходит из окрестности нагревателя для выравнивания давления во всем объеме жидкого гелия. Одновременно с этим, та окрестность нагревателя, в которой произошло «тепловое» удаление из сверхтекучей компоненты части атомов, вновь достаточно плотно заполняется оставшейся сверхтекучей компонентой (благодаря магнитному давлению, вызываемому магнитным ориентационным эффектом).

В экспериментах с тепловыми воздействиями использовались сообщающиеся сосуды. В одном из экспериментов маленькая бульбочка с капиллярным горлышком содержала нагреватель и была погружена в жидкий гелий со сверхтекучей компонентой (рис.12) [6].



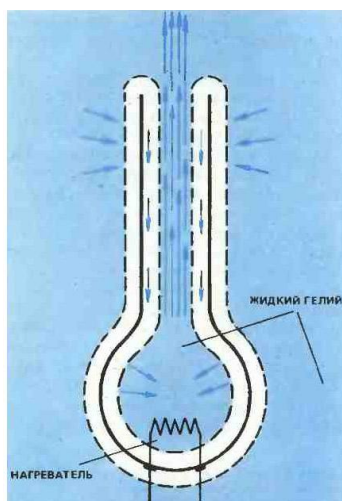


Рис.12

В другом были использованы разные сосуды, соединенные между собой внешней трубкой. Оба сосуда содержали жидкий гелий со сверхтекучей компонентой, и в одном из них содержался нагреватель (рис.13) [8]. В этих экспериментах и капиллярное

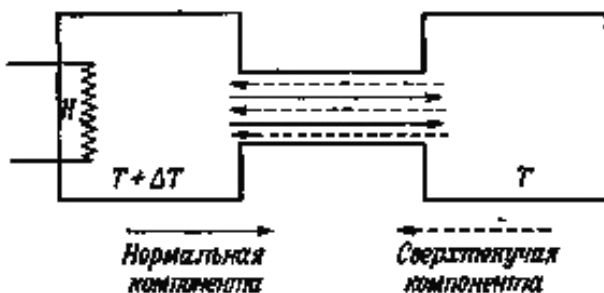


Рис.13

горлышко, и соединительная трубка не препятствовали прохождению через них ни «нормальной», ни сверхтекучей компонент жидкого гелия. Подача тепла в этих экспериментах вызывала появление встречных потоков «нормальной» и сверхтекучей компонент через капилляр и через соединительную трубку. Механизм образования этих потоков описан выше.

В третьем эксперименте, широкая трубка, плотно заполненная мелким порошком, служившим фильтром, пропускавшим сверхтекучую компоненту и не пропускавшим «нормальную», была полностью погружена в ванну с жидким гелием со сверхтекучей компонентой. Один конец этой трубки был открыт, а другой оканчивался вертикальным капилляром, верхний конец которого выступал над поверхностью жидкого гелия (рис.14) [8]. Нагрев порошка в трубке приводил к частичному разрушению сверхтекучей компоненты в той части трубки, которая оканчивалась вертикальным капилляром, что, в

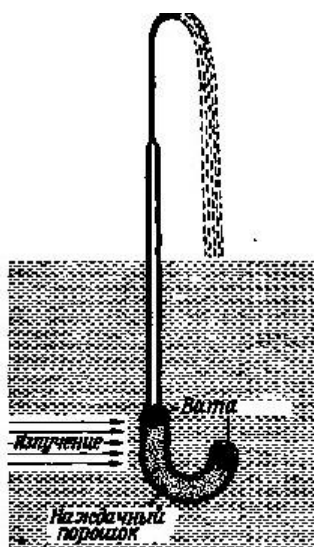


Рис.14

свою очередь, вызывало повышение давления жидкого гелия в этой части трубки и фонтанирование жидкого гелия через капилляр. Возникший, в результате этого, дефицит жидкого гелия в трубке сразу же компенсировался за счет поступления сверхтекучей компоненты через порошок из гелиевой ванны. Течение сверхтекучей компоненты через порошок происходило благодаря магнитным взаимодействиям в сверхтекучих молекулах.

Еще в одном эксперименте два сосуда со сверхтекучим гелием так же сообщались между собой с помощью внешней трубки с порошковым фильтром (рис.15) [8]. Подача тепла в один из сосудов приводил к частичному разрушению сверхтекучей компонентой в

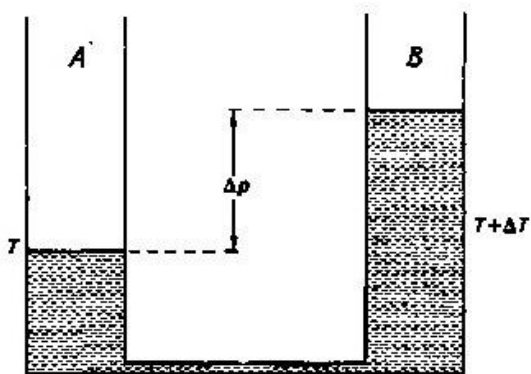


Рис.15

этом сосуде и к притоку соответствующего объема сверхтекучего гелия из другого сосуда через порошковый фильтр. В результате этого, уровни жидкого гелия в сосудах оказывались разными и возникала разность давлений в жидком гелии, содержащемся в разных сосудах.

Эффективность порошковой фильтрации, отделяющей сверхтекучую компоненту жидкого гелия от «нормальной» компоненты объясняется большой разницей в поперечных размерах этих компонент. «Нормальная» компонента состоит из атомов ( ${}^4\text{He}, A$ ), в которых электроны находятся на разных нуклонных магнитных кластерах ядра, размеры этих атомов оцениваются половиной «Боровского» радиуса, т.е. оцениваются

величиной  $2,65 \cdot 10^{-11}$  м. Поперечный размер сверхтекучей молекулы равен диаметру ядра гелия, равного, по Резерфорду,  $4,43 \cdot 10^{-15}$  м.

Исследование свойств жидкого гелия пока что носит чисто академический характер, демонстрируя эвристические возможности мыслительного аппарата человека.

Самым удивительным и уникальным свойством жидкого гелия является его способность перетекать через вертикальные стенки содержащих его сосудов до выравнивания внутреннего и внешнего уровней.

Если в этом эксперименте изогнуть вертикальные стенки сосуда так, чтобы получившееся горлышко смотрело внутрь этого сосуда, то, при подходящем подборе формы этого горлышка, можно, по-видимому, добиться, чтобы сверхтекучая компонента, поднимающаяся вдоль внутренней поверхности вертикальных стенок, достигнув смотрящего вниз горлышка, стекала обратно в тот же сосуд. Этот процесс автоциркуляции сверхтекучей компоненты должен продолжаться до тех пор, пока температура жидкого гелия не поднимется выше границы области существования сверхтекучей компоненты.

#### ХШ.4.5. Жидкий ${}^3\text{He}$

Величина энергии связи атомов в двухатомной молекуле ( ${}^3\text{He}, \text{C}$ ) оценивается величиной  $0,186\text{эВ}$ , что вчетверо меньше, чем в двухатомной молекуле ( ${}^4\text{He}, \text{C}$ ). Это объясняет огромные трудности, возникающие при получении сверхтекучей компоненты в жидком  ${}^3\text{He}$ ,

#### ХШ.4.6. Сверхтекучесть «нейтронной жидкости» в «нейтронных звездах»

«Нейтронные звезды» происходят в результате сильнейшего гравитационного сжатия выгоревшей и частично остывшей звезды, как и «черные дыры». «Черная дыра» происходит от выгоревшей звезды очень большой массы. «Нейтронные звезды» имеют массы порядка 1,44 массы нашего Солнца и радиус около десяти километров..

Внутри «нейтронной звезды» действует огромное давление. Как это отражается на состоянии содержимого «нейтронной звезды»?

Рассмотрим нейтронную звезду с радиусом, равным 10 км и с массой, равной  $1,44m_{\text{Солнца}} = 1,44 \cdot 2 \cdot 10^{30} \text{ кг} = 2,88 \cdot 10^{30} \text{ кг}$ . Средняя плотность вещества в этой звезде равна  $P = 6,88 \cdot 10^{17} \text{ кг} \cdot \text{м}^{-3}$ . Так как  $m_n \approx m_p \approx 1,67 \cdot 10^{-27} \text{ кг}$ , то в  $1 \text{ м}^3$  нейтронной звезды содержится  $K = P m_n^{-1} = 4,12 \cdot 10^{44}$  нуклонов. Значит, на каждый нуклон в нейтронной звезде приходится относительный объем  $V = 2,43 \cdot 10^{-45} \text{ м}^3$ .

Оболочка этих объемов для каждого нуклона своя, и они все отличны от сферы. Объем величины  $V = 2,43 \cdot 10^{-45} \text{ м}^3$  содержится в сфере радиуса  $0,834 \cdot 10^{-15} \text{ м}$ . Если окружить каждый нуклон в нейтронной звезде сферой радиуса  $0,834 \cdot 10^{-15} \text{ м}$ , то все соседние сферы такого радиуса будут между собой пересекаться. Следовательно, в нейтронной звезде, обладающей массой в  $2,88 \cdot 10^{30} \text{ кг}$  и радиусом в 10 км, расстояние  $r$  между соседними нуклонами меньше, чем  $2 \cdot 0,834 \cdot 10^{-15} \text{ м} = 1,67 \cdot 10^{-15} \text{ м}$ .

Чтобы понять, о чём говорят эти цифры, нужно обратиться к выражению для силы нуклонного взаимодействия:  $F_n(r) = pr^{-4} - qr^{-5}$ ,  $p = 1581 \cdot 10^{-59} \text{ кг} \cdot \text{м}^5 \cdot \text{с}^{-2}$ ,  $q = 5032 \cdot 10^{-74} \text{ кг} \cdot \text{м}^6 \cdot \text{с}^{-2}$  [11]. Из этого выражения следует, что  $F_n(r^*) = 0$  при  $r^* = 3,528 \cdot 10^{-15} \text{ м}$ . Напомним, что при  $r < r^*$  имеет место нуклонное отталкивание, а при  $r > r^*$  - нуклонное притяжение. А так как в нейтронной звезде радиуса 10 км и массы  $2,88 \cdot 10^{30} \text{ кг}$ , расстояние между соседними нейтронами меньше, чем  $1,67 \cdot 10^{-15} \text{ м}$ , то между ними действует нуклонное отталкивание.

Это хорошо согласуется с тем, что плотность вещества в нейтронной звезде, равная  $6,88 \cdot 10^{17} \text{ кг} \cdot \text{м}^{-3}$ , в 4,7 раза выше, чем плотность вещества в атомном ядре. Действительно, величина радиуса ядра  $r_{\text{я}}$ , содержащего  $A$  нуклонов, определяется эмпирическим соотношением Резерфорда:  $r_{\text{я}} = 1,4 \cdot A^{1/3} \cdot 10^{-15} \text{ м}$ . Так как  $m_n \approx m_p \approx 1,67 \cdot 10^{-27} \text{ кг}$ , то оценка

плотности вещества в атомном ядре, в естественных условиях, равна  $A m_n (4 \cdot 3^{-1} \cdot \pi r_n^3)^{-1} = 1,45 \cdot 10^{17} \text{ кг} \cdot \text{м}^{-3}$ .

При таких огромных плотностях, нейтронные массы нейтронных звезд, благодаря нуклонному отталкиванию между соседними нейтронами, должны обладать свойствами жидкости.

Так как нейтроны состоят из нейтроноподобных элементов эфира и обладают смерчеподобными структурами, то их чрезмерное сближение друг с другом, под влиянием огромного давления, может привести к «рассыпанию» нейтронов на составляющие их нейтроноподобные элементы эфира. Такое вырождение нейтронов может происходить в центре нейтронных звезд. По мере увеличения массы нейтронной звезды, область нейтронного вырождения в этой звезде должна увеличиваться.

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

Наблюдения показали, что скорость вращения  $\omega$  нейтронных звезд очень медленно и плавно уменьшается. Однако, оказалось, что существуют такие значения скоростей вращения  $\omega_1^*$ ,  $\omega_2^*$ ,  $\omega_3^*$ , ..., при которых величина этой скорости скачкообразно увеличивается. Если начальную скорость, на первом этапе, обозначить через  $\omega_1^0$ , то до  $\omega_1^*$  скорость вращения  $\omega$  убывает непрерывно. При  $\omega_1^*$  она вдруг скачком увеличивается до  $\omega_2^0 > \omega_1^*$ , затем непрерывно уменьшается до  $\omega_2^*$ , и, при  $\omega_2^*$ , снова скачкообразно увеличивается до  $\omega_3^0 > \omega_2^*$ , и так далее.

Было непонятно, чем вызваны эти скачки величины скорости  $\omega$ . Никакие внешние воздействия на нейтронные звезды зафиксированы не были. Создавалось впечатление, что кто-то невидимый время от времени подталкивает эти звезды.

Однажды, Д.Паинс, профессор Иллинойского университета (США), предложил Э.Л.Андроникашвили, известному исследователю явления сверхтекучести, попытаться разрешить эту загадку [12]. Объяснялось это предложение высказанной ранее А.Мигдалом гипотезой о сверхтекучем состоянии жидкого нейтронного содержимого нейтронной звезды «несмотря на температуру в 100 миллионов градусов».

На гипотезу Мигдала обратили внимание в связи с тем, что в 1949г Л.Онсагер предсказал существование, во *вращающемся* сверхтекучем гелии, вихрей из сверхтекучей компоненты гелия. Фейнман предположил, что эти вихри выстраиваются параллельно оси вращения жидкого гелия и что их количество пропорционально скорости вращения  $\omega$ . Это нетрудно понять, исходя из законов классической механики.

Исходя из этой информации о предполагаемых свойствах вращающегося сверхтекучего гелия, В.Л.Гинзбург предположил, что сверхтекучее нейтронное вещество в нейтронных звездах так же пронизано системой вихрей, аналогичных вихрям Онсагера-Фейнмана [12].

Сотрудники Андроникашвили соорудили гелиевый аналог нейтронной звезды и провели экспериментальные наблюдения [12]. При наличии в шарике сверхтекучего гелия, между поведением шарика и поведением нейтронной звезды наблюдалось полное качественное подобие. Кроме того, с помощью сконструированного сотрудниками Андроникашвили количественного «закона подобия», были получены количественные подтверждения всех предположений о свойствах нейтронной жидкости в нейтронных звездах.

Оказалось, что количество сверхтекучих вихрей в жидком гелии изменяется не пропорционально скорости  $\omega$ , как предполагал Фейнман, а остается постоянным в интервалах непрерывного изменения  $\omega$ , уменьшаясь скачком только при критических значениях величины  $\omega$  [12]. Из-за такого скачкообразного уменьшения количества вихрей и происходят скачкообразные изменения скорости вращения шарика с гелием и нейтронной звезды.

Если через  $I$  обозначить момент инерции объекта - шарика с гелием или нейтронной звезды относительно оси их вращения, то момент импульса вращающегося со скоростью  $\omega$  объекта равен  $M=I\omega$ . Изменение количества вихрей в объекте на величине момента импульса  $M$  не отражается. Однако, из-за «рассыпания» вихрей происходит скачкообразное уменьшение величины момента инерции  $I$  объекта. А так как в это время момент импульса  $M$  остается практически постоянным, то происходит скачкообразное увеличение величины скорости  $\omega$ .

Итак, содержимое вращающейся с большой скоростью нейтронной звезды ведет себя подобно вращающемуся шарика, наполненному сверхтекучим гелием. Почему?

Кроме нейтронного поля, нейтрон обладает собственным магнитным полем и является парамагнетиком. И смотрите, что получается. Ситуация оказывается в чем-то очень схожей с ситуацией в жидком гелии. В жидком гелии атомы ( $He, C$ ) объединяются электрическими взаимодействиями в сверхдлинные молекулы. Магнитные же взаимодействия не позволяют этим атомам слишком сильно сблизиться, и одновременно стремятся выпрямить эти молекулы, создавая в этих молекулах внутреннее напряжение.

В нейтронных звездах, магнитное притяжение между нейтронами стремится объединить нейтроны в сверхдлинные, «одномерные» структуры, и так же стремится их выпрямить. Нуклонные же взаимодействия препятствуют недопустимому сближению нейтронов в этих структурах.

Таким образом, общей спецификой сверхтекучего гелия и «нейтронной жидкости» является наличие сверхдлинных «одномерных» гелиевых молекул в гелии и «одномерных» сверхдлинных цепочек нейтронов, стремящихся принять прямолинейные формы под влиянием магнитных взаимодействий.

Во вращающемся жидком гелии и во вращающейся «нейтронной жидкости», сверхтекучие вихри состоят из сверхдлинных «одномерных» прямолинейных сверхтекучих образований, параллельных оси вращения жидкого гелия и «нейтронной жидкости»

Наличие сверхдлинных «одномерных» образований в жидком гелии и в «нейтронной жидкости» объясняет наличие сверхвысокой скорости теплопередачи в таких средах – тепловые 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 [1], являются доказательством отсутствия в материальном Мире неделимых квантов энергии. Навязчивое подчеркивание «квантовой» природы явления сверхтекучести [6-8], в свете этих результатов, воспринимается как желание скрыть отсутствие содержательного понимания истинной природы этого явления.