

СВОЙСТВА ЖИДКОГО ГЕЛИЯ В РАМКАХ ЕДИНОЙ ТЕОРИИ ФИЗИКИ

Базиев Джабраил Харунович,
ЗАО «УК Световит»
01.04.03
dbaziev@mail.ru

Аннотация. В 1911 году голландскому исследователю Г. Камерлинг-Онессу впервые удалось получить жидкий гелий, и с этого времени он стал центральным объектом в изучении процессов, происходящих при низких температурах. К середине XX века, ученые пришли к выводу, что жидкий гелий при температуре $T_\lambda=2,17\text{K}$ претерпевает фазовый переход 2-го рода и в этом состоянии он становится сверхтекучей и сверхпроводящей жидкостью.

Данная статья посвящена анализу физических свойств жидкого гелия в рамках единой теории физики (ЕТФ) и показано, что криофизики недостаточно разобрались в свойствах этого газа.

Ключевые слова: жидкий гелий, свойства, физика, криофизика.

THE PROPERTIES OF LIQUID HELIUM IN A UNIFIED THEORY OF PHYSICS

Baziev Djabrail Harunovich
CJSC «Management company Svetovit»

Abstract. In 1911, a Dutch researcher H. Kamerlingh Onessu first time succeeded in liquid helium, and from that time he became a central subject in the study of processes occurring at low temperatures. By the mid-twentieth century, scientists have concluded that liquid helium at a temperature of $T_\lambda=2,17\text{K}$ undergoes a phase transition of the 2nd kind and in this state it becomes a superfluid and superconducting fluid.

This article analyzes the physical properties of liquid helium in the framework of a unified theory of physics (ETF) and show that krioфизики not figured out the properties of the gas.

Key words: liquid helium, properties, physics, krioфизика.

Введение

Без ущерба для полноты освещения рассматриваемого вопроса и с целью демонстрации его состояния на текущий момент в рамках официальной теории физики, я привожу сведения из обзорной статьи Г.Е.Валовика, опубликованной в физической энциклопедии [1] «Жидкий ^4He -бозе жидкость, так как его атомы – бозоны; их спин равен нулю, они подчиняются Бозе -Эйнштейна статистике, жидкий ^3He , состоящий из фермионов – атомов со спином $1/2$, подчиняющихся Ферми -Дирака статистике, является ферми-жидкостью.

С понижением температуры до $T_\lambda = 2,17\text{K}$ жидкий ^4He испытывает фазовый переход 2-го рода, новую фазу называют гелий-2. Гелий-2 обладает аномально высокой теплопроводностью и сверхтекучестью. Согласно теории сверхтекучести, созданной Л.Д. Ландау, гелий-2 состоит из двух компонентов: нормального и сверхтекучего.

Сверхтекучий компонент – идеальная жидкость с потенциальным течением – не обладает энтропией и не испытывает сопротивления при протекании сквозь узкие капилляры».

Обращаю внимание читателя на последнюю фразу из приведенной цитаты, утверждающей, что гелий-2 лишен трения и, стало быть, его вязкость $\eta = 0$.

Я предлагаю читателю анализ свойств гелия, базируясь на законах новой теории физики, которую мне удалось разработать и изложить в книге «Основы единой теории физики» [2], при этом прошу читателя проявить терпение и интерес к обсуждаемой проблеме и постараться вникнуть в суть излагаемого мною материала, описываемого фактически на новом научном языке, кажущемся физикам старой школы ошибочным. Помните, все новое дается с трудом, даже одаренным людям. Если вам удастся преодолеть самого себя и изучить данную работу, то вы войдете в новый, прекрас-

ный микромир, о существовании которого и не догадывались.

§1. Гиперчастотные параметры гелия-1 при T1 = 4 К

1.1. Свойство пара насыщения

Исходные данные для анализа:

$A_0 = 4$ э.а. – атомное число гелия, атом состоит из четырех элементарных атомов, э.а.,

$A = 4,002602$ э.а. – атомный вес по Международной таблице элементов 1987 г.,

$m = A \cdot m_u = 6,6460080314 \cdot 10^{-27}$ кг – масса атома,

$m_u = 1/2^{12} C = 1,66057 \cdot 10^{-27}$ кг – масса элементарного атома, составляющего основу таблицы Менделеева,

$m_u = n_e \cdot m_e + n_p \cdot m_p = 1,66057 \cdot 10^{-27}$ кг, где

$n_e = 3$ – число электронов в составе элементарного атома,

$n_p = 2,41819886768 \cdot 10^8$ – число электронов в составе эл.атома,

$m_e = 9,038487 \cdot 10^{-31}$ кг – масса электрона, уточненное значение,

$m_p = 6,85575729963 \cdot 10^{-36}$ кг – масса электрона,

$\rho_1^{жк} = 128,981992597$ кг/м – плотность жидкой фазы, уточненное значение, принятое = 129 кг/м³,

$P_1^{\Pi} = 7 \cdot 10^4$ Па = Дж/м³ – давление насыщенного пара, состоящего из атомов гелия,

$c_{p1}^{жк} = 3990,0$ Дж/кг·К – удельная теплоемкость жидкой фазы,

$\lambda_1 = 0,027$ Вт/м·К – теплопроводность жидкой фазы.

Результаты анализа

$$\rho_1 = 12,1977514774 \text{ кг/м}^3 \quad (1)$$

– плотность газообразного гелия при охлаждении до T₁ = 4К,

$$\gamma_1^{жк} = \rho_1^{жк} / \rho_1 = 10,5742433624 \quad (2)$$

– коэффициент конденсации газа в жидкую фазу.

Из результата (2) следует, что жидкий гелий-1 состоит из структурных элементов первого порядка, образованных из $\gamma_1^{жк}$ атомов гелия, структурных элементов 2-го порядка. По своей физической сути структурные элементы 1-го порядка являются мо-

нокристаллами, как и у всех остальных жидкостей. Например, монокристалл воды, именуемый также суперосциллятором, состоит из 3761 молекул H₂O.

$$\rho_1^{\Pi} = \frac{P_1^{\Pi} \cdot \rho_1^{жк}}{P_0 \cdot \gamma_1^{жк}} = \frac{9,02873948179 \cdot 10^6 \text{ Дж} \cdot \text{кг} / \text{м}^6}{1,07143520869 \cdot 10^6 \text{ Дж} / \text{м}^3} = 8,42677131436 \text{ кг} / \text{м}^3 \quad (3)$$

– плотность насыщенного пара над жидкой фазой,

$$V_{g1}^{\Pi} = m_{He} / \rho_1^{\Pi} = \frac{6,64576158818 \cdot 10^{-27} \text{ кг}}{\rho_1^{\Pi}} = 7,8864862238 \cdot 10^{-28} \text{ м}^3 \quad (4)$$

– объем глобулы пара, индивидуальное пространство атома, где

$m_{He} = 6,64576158818 \cdot 10^{-27}$ кг – уточненное значение массы атома гелия, вывод приводится ниже,

$$d_{g1}^{\Pi} = \sqrt[3]{6V_{g1}^{\Pi} / \pi} = \sqrt[3]{15,0620791936 \cdot 10^{-27} \text{ м}^3} = 2,46960962396 \cdot 10^{-9} \text{ м} \quad (5)$$

– диаметр глобулы пара,

$$\epsilon_1^{\Pi} = V_{g1}^{\Pi} \cdot P_1^{\Pi} = 5,52054035666 \cdot 10^{-22} \text{ Дж} \quad (6)$$

– энергия атома пара,

$$f_1^{\Pi} = \epsilon_1^{\Pi} / h = 8,33129639995 \cdot 10^{11} \text{ с}^{-1} \quad (7)$$

– частота атомов пара,

$$T_1^{\Pi} = f_1^{\Pi} / \psi_{He} = 40,0 \text{ К} \quad (8)$$

– температура пара, где

$$h = m_e \cdot \mu \cdot \sqrt[3]{4\pi/3} / 2 = 6,6262681 \cdot 10^{-34} \text{ кг} \cdot \text{м}^2 / \text{с} = \text{const} \quad (9)$$

– постоянная Планка, абсолютное значение,

$$\psi_{He} = 2,0828241 \cdot 10^{10} \text{ К}^{-1} \cdot \text{с}^{-1} = \text{const} \quad (10)$$

– частотная постоянная гелия,

$$\mu = 119,916984 \text{ м}^2 / \text{с} = \text{const} \quad (11)$$

– постоянная Милликена, названа мною в честь Роберта Милликена, тонким опытом измерившего заряд электрона.

Обращаю внимание читателя на результат (8), из которого следует, что температура пара над жидкой фазой, с которой пар находится в динамическом равновесии, превышает температуру жидкой фазы в 10 раз!

$$\left\{ \begin{array}{l} k_1^{\Pi} = \epsilon_1^{\Pi} / T_1^{\Pi} = 1,38013508917 \cdot 10^{-23} \text{ Дж} / \text{К} = \text{const} \\ k_{He} = \epsilon_0 / T_0 = \frac{377,29226057 \cdot 10^{-23} \text{ Дж}}{273,373428103 \text{ К}} = 1,38013508917 \cdot 10^{-23} \text{ Дж} / \text{К} = \text{const} \end{array} \right. \quad (12)$$

$T_0 = 1/\beta_{He} = 1/3,658 \cdot 10^{-3} K^{-1} = 273,373428103K$ (13)
– термодинамическая температура газообразного гелия,

$$\varepsilon_0 = k_{He} \cdot T_{0He} = 3,7729226057 \cdot 10^{-21} \text{ Дж} \quad (14)$$

– энергия атомов гелия при $T_0 = 273,373K$ и $P_0 = 101325 \text{ Па}$.

Из равенства k_{He} и k_1^{II} следует, что пар над жидкой фазой гелия-1 действительно состоит из атомов, как и газ при P_0 и T_0 .

Теперь чтобы установить скорость движения атомов пара нам необходимо найти амплитуду колебания атомов, A_1^{II} , которая близка к диаметру глобулы d_{g1}^{II} , но не равна ему:

$$A_1^{\text{II}} = \frac{2m_{He} \cdot d_g^{\text{II}} \cdot a \cdot f_1^2 + \sqrt{4m_{He}^2 \cdot d_g^2 \cdot a^2 \cdot f_1^4 - 8 \cdot m_{He} \cdot \varepsilon_1^{\text{II}} \cdot f_1^2}}{4m_{He} \cdot a \cdot f_1^{\text{II}^2}} =$$

$$= \frac{3,67326051908 \cdot 10^{-11} + 3,63169997393 \cdot 10^{-11}}{2,97477003462 \cdot 10^{-2}} =$$

$$= 2,45563872433 \cdot 10^{-9} \text{ м} \quad (15)$$

$$v_1^{\text{II}} = 2f_1^{\text{II}} \cdot A_1^{\text{II}} = 4,09173081271 \cdot 10^3 \text{ м/с} \quad (16)$$

– линейная скорость атомов пара в координатах глобулы,

$$i_1^{\text{II}} = m_{He} \cdot v_1^{\text{II}} = 2,71926674642 \cdot 10^{-23} \text{ кг} \cdot \text{м/с} \quad (17)$$

– импульс атома,

$$u_1^{\text{II}} = \varepsilon_1^{\text{II}} / i_1^{\text{II}} \cdot a = 12,5940933333 \text{ м/с} \quad (18)$$

– скорость блуждания атомов пара,

$$a = \sqrt[3]{4\pi/3} = 1,61199195402 \text{ рад},$$

$$\left\{ \begin{array}{l} \sin \alpha_1 = u_1/v_1 = 0,00307793789 - \text{синус углового шага атома,} \\ \alpha_1^{\text{II}} = 0^\circ 10' 20'' - \text{угловой шаг атома за период,} \end{array} \right. \quad (19)$$

$$H_1^{\text{II}} = \sin \alpha_1^{\text{II}} \cdot A_1^{\text{II}} = 7,55830347 \cdot 10^{-12} \text{ м} \quad (20)$$

– линейный шаг атома пара за один период,

$$u_1^{\text{II}} = 2H_1 \cdot f_1^{\text{II}} = 12,5940933 \text{ м/с} \quad (21)$$

– физическое содержание скорости блуждания атома пара,

$$r_c^{\text{II}} = \frac{\hbar}{i_1^{\text{II}}} = 1,51166070686 \cdot 10^{-11} \text{ м} \quad (22)$$

– расстояние критического сближения пары атомов пара, когда происходит излучение электрино и во взаимодействии участвует постоянная Планка, где

$$\hbar = h/a = h/\sqrt[3]{4\pi/3} =$$

$$= 4,11060869204 \cdot 10^{-34} \text{ кг} \cdot \text{м}^2/\text{с} = \text{const} \quad (23)$$

– постоянная Герца, названа мною в честь Генриха Герца, заложившего начало частотным явлениям в электро- и радиотехнике.

1.2. Свойства жидкого гелия

$$m_\mu = \gamma^{\text{Ж}} \cdot m_{He} = 7,02739003619 \cdot 10^{-26} \text{ кг} \quad (24)$$

– масса монокристалла жидкой фазы,

$$V_{g1} = m_\mu / \rho_1^{\text{Ж}} = 5,44834972281 \cdot 10^{-28} \text{ м}^3 \quad (25)$$

– объем глобулы суперосциллятора,

$$d_{g1} = \sqrt[3]{6V_{g1}/\pi} = \sqrt[3]{1,04055814809 \cdot 10^{-27} \text{ м}^3} =$$

$$= 1,01334061916 \cdot 10^{-9} \text{ м} \quad (26)$$

– диаметр глобулы суперосциллятора;

Если нам допустить, что в жидкой фазе царит такое же давление, как в паровой данной термодинамической системы, то энергия монокристалла определится, как и в (6), произведением давления на объем глобулы:

$$E^I = V_{g1} \cdot P_1^{\text{II}} = 3,81384480596 \cdot 10^{-23} \text{ Дж}, \quad (27)$$

и если наше допущение справедливо, то по E^I мы должны получить для жидкой фазы $T_1 = 4K$:

$$\left\{ \begin{array}{l} f_1^I = E^I/h = 5,75564518127 \cdot 10^{10} \text{ с}^{-1} \\ T_1^I = f_1^I/\psi_{He} = 2,763385 \text{ К} \neq T_1 \end{array} \right. \quad (28)$$

Как видим, результат (28) свидетельствуют в пользу того, что во взаимодействии монокристаллов постоянная Планка не принимает участия, т.е. гелий-1 является антиквантовой жидкостью!!! И это происходит уже при $T_1 = 4K$, вдали от λ - точки, в которой гелий-1 переходит в гелий-2!!! А подлинная энергия суперосциллятора определяется на основе теплоемкости гелия-1, E_μ :

$$E_\mu = m_\mu \cdot c_p^{\text{Ж}} \cdot T_1 = 11,2157144977 \cdot 10^{-22} \text{ Дж} \quad (29)$$

А теперь допустим, что мы знаем атомное число гелия $A_0 = 4$, но не знаем его атомного веса. Тогда справедливо исходить из $m_0 = A_0 \cdot m_u = 6,64228 \cdot 10^{-27} \text{ кг}$ – масса атома до уточнения атомного веса. При этом справедливы следующие соотношения:

$$m'_\mu = \gamma^{\text{Ж}} \cdot m_0 = 7,02370852012 \cdot 10^{-26} \text{ кг} \quad (30)$$

$$\left\{ \begin{array}{l} E'_\mu = c_p^{\text{Ж}} \cdot m'_\mu \cdot T_1 = 11,209838387981 \cdot 10^{-22} \text{ Дж}, \\ E'_\mu = \alpha \cdot Z_{He}^2 \cdot \gamma^{\text{Ж}}, \end{array} \right. \quad (31)$$

где Z_{He} – избыточный положительный заряд атома гелия, который предстоит установить,

$$\alpha = 1,04044721942 \cdot 10^{20} \text{ Дж} / \text{ Кл}^2 = \text{const}$$

– электродинамическая постоянная единой теории физики (ЕТФ).

Решая систему (31) из двух уравнений относительно Z_{He} найдем:

$$\begin{aligned} Z_{He} &= \sqrt{c_p^{\text{ж}} \cdot m_{\mu}^{\prime} \cdot T_1 / \alpha \cdot \gamma^{\text{ж}}} = \\ &= \sqrt{1,01889636321 \cdot 10^{-42} \text{ Кл}^2} = \\ &= 1,00940396433 \cdot 10^{-21} \text{ Кл} \end{aligned} \quad (32)$$

– избыточный заряд атома гелия,

$$\Delta n_e = Z_{He} / \varepsilon = 5,07834223235 \cdot 10^5 \quad (33)$$

– избыточное число электронов в составе атома гелия,

$$\Delta m = \Delta n_e \cdot m_e = 3,48158818294 \cdot 10^{-30} \text{ кг} \quad (34)$$

– избыточная масса атома гелия относительно m_0 ,

$$m_{He} = m_0 + \Delta m = 6,64576158818 \cdot 10^{-27} \text{ кг} = \text{const} \quad (35)$$

– точное значение массы атома гелия,

$$A_{He} = m_{He} / m_u = 4,00209662235 \text{ э.а.} \quad (36)$$

– атомный вес гелия, точное значение, где

$$\varepsilon = 1,98766431671 \cdot 10^{-27} \text{ Кл} = \text{const} \quad (37)$$

– заряд электронов,

Контроль:

$$m_u = \gamma^{\text{ж}} \cdot m_{He} = 7,02739003619 \cdot 10^{-26} \text{ кг} \quad (38)$$

Вот только теперь природа гелия-1 становится понятной и ее можно точно описать безо всяких спекуляций. Во-первых, ввиду неучастия электронов во взаимодействиях между монокристаллами, у монокристаллов отсутствует вращение вокруг своей оси и каждый из них имеет строгую ориентацию в пространстве, но при этом монокристалл находится в непрерывном нулевом колебании совершенно аналогично атому кристалла золота или алмаза, т.е. гелий-1 является жидким кристаллом!!

Во-вторых, каждый монокристалл занимает геометрический центр в своей глобуле и находится в напряжении взаимного отталкивания между ближайшим окружением, образованным шестью монокристаллами, ввиду наличия у каждого из них суммарного положительного заряда, Z_{μ} :

$$Z_{\mu} = \gamma^{\text{ж}} \cdot Z_{He} = 10,6736831697 \cdot 10^{-21} \text{ Кл} \quad (39)$$

В-третьих, каждый монокристалл обладает системой электронных полей, по 12 на каждый атом, и

эти отрицательные поля, замыкая на положительные поля соседних монокристаллов, развивают силу взаимного сближения между ними.

В-четвертых, силы взаимного сближения суперосцилляторов превалируют над силами взаимного отталкивания и только поэтому, хотя и с большим трудом, но все же газообразный гелий переходит в жидкую фазу и существует в этом состоянии.

$$f_1 = \psi_{He} \cdot T_1 = 8,3312964 \cdot 10^{10} \text{ с}^{-1} \quad (40)$$

– частота нулевого колебания монокристаллов,

$$\begin{aligned} f_1^{\prime} &= E_{\mu} / h = \frac{11,2157144977 \cdot 10^{-22}}{6,6262681 \cdot 10^{-34}} = \\ &= 1,692614052 \cdot 10^{12} \text{ с}^{-1} \end{aligned} \quad (41)$$

Результат (41), не сходящийся с (40) еще раз подтверждает нам, что постоянная Планка не участвует во взаимодействиях между монокристаллами.

Развернув удельную теплоемкость гелия-1, на уровне одного монокристалла получим:

$$c_p^{\text{ж}} = \frac{m_{\mu} \cdot v_1 \cdot u_1}{m_{\mu} \cdot T_1} = \frac{v_1 \cdot u_1}{T_1}, \text{ м}^2 / \text{ с}^2 \cdot \text{ К} \quad (42)$$

$$v_1 \cdot u_1 = c_p^{\text{ж}} \cdot T_1 = 15960 \text{ м}^2 / \text{ с}^2 \quad (43)$$

– произведение линейной скорости монокристалла на скорость блуждания, а с учетом того, что область частотного пребывания монокристалла в центре своей глобулы представляет собой сферу, (43) приобретает вид:

$$v_1 \cdot u_1 \cdot a = c_p^{\text{ж}} \cdot T_1,$$

$$\begin{aligned} u_1 &= \sqrt{c_p^{\text{ж}} \cdot T_1 / a} = \sqrt{9900,79383473 \text{ м}^2 / \text{ с}^2} = \\ &= 99,5027328003 \text{ м/с} \end{aligned} \quad (44)$$

– скорость блуждания монокристалла,

$$v_1 = a \cdot u_1 = 160,397604677 \text{ м/с}$$

– линейная скорость монокристалла в координатах глобулы,

Контроль:

$$E_{\mu} = m_{\mu} \cdot v_1 \cdot u_1 = 11,2157144977 \cdot 10^{-22} \text{ Дж} = (29) \quad (45)$$

Амплитуда нулевого колебания монокристаллов, A_{μ} , оказалась в более сложной зависимости от частоты, чем у атомов газообразного гелия и имеет решение:

$$A_{\mu} = \frac{v_1}{8\pi f_1} = 7,6602939142 \cdot 10^{-11} \text{ м}, \quad (45.1)$$

она же является диаметром области частотного пребывания монокристалла, объем которой составляет ΔV_{g1} :

$$\Delta V_{g1} = \pi A_1^3 / 6 = 2,35361228303 \cdot 10^{-31} \text{ м}^3 = 0,000431986 \cdot V_{g1} \quad (46)$$

$$r_1 = d_{g1} - A_1 = 9,3673768002 \cdot 10^{-10} \text{ м} = 0,924405 \cdot d_{g1} \quad (47)$$

– ширина канала между монокристаллами в жидкокристаллической структуре гелия-1.

Из (46) и (47) следует, что в своем частотном движении монокристаллы занимают лишь 0,043% от объема глобулы, а пространство между монокристаллами занимает 99,957%, что свидетельствует о значительности сил взаимного отталкивания между монокристаллами и о том, что жидкое состояние гелия при $T_1 = 4\text{ К}$ малоустойчиво под давлением лишь собственного пара.

$$\sin \alpha_1 = u_1 / v_1 = 0,620350491, \quad (48)$$

$$\alpha_1 = 38^\circ 20' 30'', \quad (49)$$

$$H_1 = \sin \alpha_1 \cdot A_1 = 4,75082216828 \cdot 10^{-11} \text{ м}, \quad (50)$$

$$u_1 = 2H_1 \cdot 4\pi \cdot f_1 = 99,476 \text{ м/с}. \quad (51)$$

Подводя итог анализу гелия-1 можем утверждать следующее:

1. Гелий-1 является жидким кристаллом, а структурными элементами первого порядка выступают монокристаллы с коэффициентом конденсации $\gamma^{\text{ж}} = 10,547$.

2. Взаимодействие между монокристаллами осуществляется без участия постоянной Планка и гелий-1, стало быть, является некантовой жидкостью.

3. Взаимодействие между монокристаллами осуществляется только упруго, дистанционно и базируется на взаимодействии электрических полей, что обуславливает минимизацию трения в системе.

4. Несмотря на то, что монокристаллы находятся под напряжением взаимного отталкивания, ввиду наличия у них избыточного положительного заряда, напряжение взаимного сближения между ними является преваляющим на достигнутых расстояниях между ними в жидкой фазе, при охлаждении до $T_1 = 4\text{ К}$.

1.3. Прочность монокристалла гелия-1

$$P_1^{\text{ж}} = \frac{\alpha \cdot Z_{\text{He}}^2 \cdot \gamma^{\text{ж}}}{V_{g1}} = \frac{-11,2157144977 \cdot 10^{-22} \text{ Дж}}{5,44834947692 \cdot 10^{-28} \text{ м}^3} = -2,05855269474 \cdot 10^6 \text{ Па} \quad (52)$$

– давление в глобуле равно давлению в жидкой фазе,

$$V_{\mu 1} = \frac{E_{\mu} - \varepsilon_{\mu}^{\text{II}}}{P_1^{\text{ж}}} = \frac{-5,6951741411 \cdot 10^{-22} \text{ Дж}}{P_1^{\text{ж}}} = 2,76659138027 \cdot 10^{-28} \text{ м}^3 \quad (53)$$

– собственный объем монокристалла гелия,

$$a_1 = \sqrt[3]{V_{\mu 1}} = \sqrt{276,659138027 \cdot 10^{-30} \text{ м}^3} = 6,51600896512 \cdot 10^{-10} \text{ м} \quad (54)$$

– длина ребра монокристалла кубической формы,

$$S_1 = a_1^2 = 4,24583728335 \cdot 10^{-19} \text{ м}^2 \quad (55)$$

– площадь грани монокристалла,

$$V_0 = V_{\mu} / \gamma^{\text{ж}} = 2,6163492606 \cdot 10^{-29} \text{ м}^3 \quad (56)$$

– объем элементарной ячейки в составе монокристалла,

$$a_0 = \sqrt[3]{26,163492606 \cdot 10^{-30} \text{ м}^3} = 2,96869268476 \cdot 10^{-10} \text{ м} \quad (57)$$

– длина ребра элементарной ячейки,

$$S_0 = a_0^2 = 8,81313613779 \cdot 10^{-20} \text{ м}^2 \quad (58)$$

– площадь грани элементарной ячейки.

Очевидно, давление $P_1^{\text{ж}}$ свойственно и элементарным ячейкам монокристалла, поэтому для решения поставленной задачи нам следует перейти на уровень атомов гелия в монокристалле, на уровень структурных элементов 2-го порядка. Напомню читателю, что нам достаточно поднять температуру гелия-1 от $T_1 = 4\text{ К}$ до $T = 4,22\text{ К}$, как тут же начинается кипение с образованием пузырьков по всему объему жидкости. Т.е. сравнительно устойчивое состояние гелия-1, при $T_1 = 4\text{ К}$, отделяет его от точки кипения, разница температур всего лишь в $k = 4,22 / 4,0 = 1,055 \text{ раз}$.

В рамках ЕТФ установлено, что кипение жидкости есть ни что иное как деструкция монокристаллов с переходом структурных элементов 2-го порядка в газопаровую фазу [2]. При этом также установлено, что распад монокристаллов начинается с момента достижения равенства полярных напряжений, выра-

жаемый количественно коэффициентом полярных напряжений, n_p , согласно уравнению:

$$n_p = \frac{P_1}{(P_2 + P_3)} = -1, \text{ где} \quad (58)$$

P_1 – напряжение взаимного притяжения атомов в кристалле, оно имеет отрицательный знак ввиду того, что энергия взаимного притяжения основана на взаимодействии отрицательных полей с положительными,

P_2 – напряжение взаимного отталкивания,
 P_3 – механическое напряжение, формируемое частотой и скоростью движения атома в координатах элементарной ячейки. Это напряжение, как и P_2 является положительным и его развитие работает на разрыв кристалла изнутри. При этом P_2 мало зависит от температуры, тогда как P_3 тесно с ней связано. Для гелия-1, при $T_1 = 4K$ уравнение (58) приобретает вид:

$$P_1 = n_p(P_2 + P_3), \text{ где } n_p = -1,055 \quad (59)$$

Рассчитаем каждое из этих напряжений для элементарной ячейки монокристалла гелия:

$$\varepsilon_0 = E_\mu / \gamma^{\text{ж}} = 1,06066354946 \cdot 10^{-22} \text{ Дж} \quad (60)$$

– энергия атома гелия в составе монокристалла,

$$k_0 = \varepsilon_0 / T_1 = 2,65165887365 \cdot 10^{-23} \text{ Дж} / K \quad (61)$$

– постоянная Больцмана для гелия-1,

$$q = n_e \cdot A_0 \cdot \Delta q_\lambda = -4,7125763457 \cdot 10^{-20} \text{ Кл} \quad (62)$$

– суммарный отрицательный заряд электронных полей атома гелия, где

$$\Delta q_\lambda = -3,92714695476 \cdot 10^{-21} \text{ Кл} = \text{const} \quad (63)$$

– заряд одного электронного поля, $A_0 = 4$ – атомное число гелия, $n_e = 3$;

$$E_q = E_1 = \alpha \cdot q \cdot z_\lambda \cdot \gamma^{\text{ж}} = -5,47300578978 \cdot 10^{-23} \text{ Дж} \quad (64)$$

– энергия взаимного сближения атома в составе монокристалла,

$$z_\lambda = 1,055559701471 \cdot 10^{-24} \text{ Кл} = \text{const} \quad (65)$$

– элементарный заряд положительного поля атома,

$$P_1 = \frac{E_1}{V_0} = \frac{-5,47300578973 \cdot 10^{-23} \text{ Дж}}{266163492606 \cdot 10^{-29} \text{ м}^3} = -2,609184831404 \cdot 10^6 \text{ Па} \quad (66)$$

– напряжение взаимного притяжения, испытываемого каждым атомом,

$$E_z = E_2 = n_\lambda \cdot \alpha \cdot z_\lambda^2 \cdot \gamma^{\text{ж}} = 1,47111596271 \cdot 10^{-26} \text{ Дж} \quad (67)$$

– энергия взаимного отталкивания, где $n_\lambda = n_e \cdot A_0 = 12$ – число электронных полей атома,

$$P_2 = \frac{E_2}{V_0} = 562,278127337 \text{ Па} = \text{Дж} / \text{м}^3 \quad (68)$$

– напряжение взаимного отталкивания, испытываемое каждым атомом в кристалле,

$$P_3 = \frac{\kappa_0 \cdot T_1}{u_\pi \cdot r_0 \cdot a_0^2}, \text{ Па} = \text{Дж} / \text{м}^3 \quad (69)$$

– уравнение механического напряжения кинетической энергией атома $\varepsilon_0 = \kappa_0 \cdot T_1$, где r_0 – ширина межатомного канала в монокристалле.

Поскольку значение r_0 еще неизвестно, то нам проще вывести значение P_3 из (59):

$$P_3 = \frac{P_1 - n_p \cdot P_2}{n_p} = \frac{-2,09184831404 \cdot 10^6 - (-1,055 \cdot 562,278127337)}{-1,055} = \frac{-2,09125511062 \cdot 10^6 \text{ Па}}{-1,055} = 1,98223233234 \cdot 10^6 \text{ Па} \quad (70)$$

$$r_0 = \frac{\kappa_0 \cdot T_1}{u_\pi \cdot P_3 \cdot a_0^2} = \frac{10,6066354946 \cdot 10^{-23} \text{ Дж}}{2,1953051614 \cdot 10^{-12} \text{ Н}} = 4,83150847594 \cdot 10^{-11} \text{ м} \quad (71)$$

Как известно, модуль упругости кристаллических структур, чаще называемый модулем Юнга, это чисто экспериментальная величина. Но теперь, в рамках ЕТФ, выведено уравнение для модуля Юнга следующего вида:

$$P_i = \frac{E_q}{a_0^3} + \frac{E_z}{a_0^3} + \frac{\kappa_0 \cdot T_i}{4\pi \cdot r_0 \cdot a_0^2}, \text{ Па} = \text{Дж} / \text{м}^3 \quad (72)$$

Поскольку выше мы уже рассчитали значение всех трех членов уравнения, остается только рассчитать модуль Юнга для монокристалла гелия-1, P_{He} :

$$P_{\text{He}} = P_1 + P_2 + P_3 = -2,09184831404 \cdot 10^6 + 562,278127337 + 1,98223233234 \cdot 10^6 = -1,0959374342 \cdot 10^5 \text{ Па} \quad (73)$$

Контроль:

$$n_p = \frac{P_1}{(P_2 + P_3)} = \frac{-2,09184831404 \cdot 10^6 \text{ Па}}{1,98279461046 \cdot 10^6 \text{ Па}} = -1,055 \quad (74)$$

Установленное нами значение модуля Юнга для монокристалла гелия является рекордно низким среди известных науке кристаллических структур. Для сравнения приведу модуль Юнга для монокристалла воды при P_0 и $T = 293K$: $P_{\text{H}_2\text{O}} = -2,86 \cdot 10^9 \text{ Па}$ [2].

Вот такова истинная природа жидкого гелия-1, до которой никто не смог добраться в течение последних 100 лет, начиная от первых успехов камерлинг – Оннеса в 1908 году до блестящих экспериментов Капицы в 1937-41 годах и его последователей, продолжающих разрабатывать эту тему по сей день на старой, ни на что не пригодной научной основе.

§2. Скачок теплоемкости гелия в λ - точке

2.1. Динамика теплоемкости между $T_1=4\text{K}$ и $T_2=2,62\text{K}$

При исследовании данного вопроса будем опираться на весьма полные сведения Н.Б. Варгафтика [3] по теплоемкости жидкого гелия, а также на справочник «Физические величины» [4].

$c_{p1} = 3990,0 \text{ Дж} / \text{кг} \cdot \text{K}$ – удельная теплоемкость гелия-1 при $T_1=4\text{K}$

$c_{p2} = 2277,0 \text{ Дж} / \text{кг} \cdot \text{K}$ – то же при $T_2=2,62\text{K}$.

В самом начале работы над этой темой мне бросилось в глаза одно количественное несоответствие, выражающееся в том, что разность температур и разность теплоемкостей не равны между собой. Так, отношение температур составляет n_T , а отношение теплоемкостей – n_c :

$$n_T = T_1 / T_2 = 1,52671755725, \quad (75)$$

$$n_c = c_1 / c_2 = 1,75230566534, \quad (76)$$

$$k_1 = n_c / n_T = 1,1477602108. \quad (77)$$

Резонно встал вопрос: почему при падении температуры жидкости от T_1 до T_2 в n_T раз, удельная теплоемкость уменьшилась в n_c раз? Объяснить данное расхождение ростом плотности в точке T_2 до $\rho_2 = 142,95 \text{ кг} / \text{м}^3$ не удалось. Анализ показал, что причиной может явиться структурное изменение монокристалла. Обратимся еще раз к физическому содержанию теплоемкостей c_{p1} и c_{p2} на уровне одного монокристалла:

$$c_{p1} = \frac{m_\mu \cdot v_1 \cdot u_1}{m_\mu \cdot T_1} = \frac{\gamma_1^{\text{жк}} \cdot m_{\text{He}} \cdot v_1 \cdot u_1}{\gamma_1^{\text{жк}} \cdot m_{\text{He}} \cdot T_1} = \frac{v_1 \cdot u_1}{T_1} = 3990 \frac{\text{М}^2}{\text{с}^2 \cdot \text{K}} \quad (78)$$

$$\begin{aligned} c_{p1} &= \frac{m'_\mu \cdot v_2 \cdot u_2}{m_\mu \cdot T_2} = \frac{\gamma_2^{\text{жк}} \cdot m_{\text{He}} \cdot v_2 \cdot u_2}{\gamma_1^{\text{жк}} \cdot m_{\text{He}} \cdot T_2} = \\ &= \frac{\gamma_2 \cdot v_2 \cdot u_2}{\gamma_1 \cdot T_2} = \frac{v_2 \cdot u_2}{T_2 \cdot k_1} = 2277 \frac{\text{М}^2}{\text{с}^2 \cdot T_2}; \quad (79) \end{aligned}$$

Из этих результатов следует, что несходимость в k_1 раз есть следствие изменения коэффициента конденсации от $\gamma_1^{\text{жк}}$ до $\gamma_2^{\text{жк}}$ при охлаждении жидкого гелия от T_1 до T_2 :

$$k_1 = \frac{n_c}{n_T} = \frac{\gamma_1^{\text{жк}}}{\gamma_2^{\text{жк}}}, \quad (80)$$

откуда для $\gamma_2^{\text{жк}}$ получаем:

$$\gamma_2^{\text{жк}} = \gamma_1^{\text{жк}} / k_1 = 9,21293774, \quad (81)$$

что приводит к новому значению массы монокристалла в точке T_2 , $m_{\mu 2}$

$$m_{\mu 2} = \gamma_2^{\text{жк}} \cdot m_{\text{He}} = 6,12269877458 \cdot 10^{-26} \text{ кг} \quad (82)$$

Стало совершенно ясно, что на участке T_1 - T_2 происходит уменьшение P_1 в монокристалле и он, в точке T_2 , выходит на предкритическое состояние, состояние крайней неустойчивости кристалла. Если рассмотреть λ - кривую удельной теплоемкости гелия-1, впервые полученную Камерлинг-Оннесом и Даном и подтвержденную У. Кеезомом и К. Клузиусом в 1932 г., то отчетливо видно падение удельной теплоемкости гелия от T_1 до T_2 [5].

2.2. Природа скачка удельной теплоемкости гелия-1 на участке от T_2 до $T_\lambda=2,17\text{K}$

По наблюдениям физиков, изучавших свойства гелия, известно, что при откачке паров гелия-1, жидкость интенсивно кипит в температурном интервале T_2 - T_λ , но с момента достижения $T_\lambda=2,17\text{K}$ кипение прекращается! Пузырьки газа больше не образуются, жидкость становится спокойной и очень прозрачной. При продолжении откачки уровень жидкости постепенно падает, что свидетельствует о наличии испарения при отсутствии кипения. Это – экспериментальный факт чрезвычайной важности для понимания физической сути явления, но только в рамках ЕТФ. Почему только? Потому что в существующей теоритической физике отсутствует само понятие глобулярной структуры газов и монокристаллической основы жидкостей, а вместе с этим отсутствует и понимание кипения жидкости. Поэтому для криофизиков остановка кипения гелия-1, при охлаждении до T_λ , означает только тот факт, что жидкость перешла в сверхтекучее состояние, т.е. в гелий-2. А для меня, автора ЕТФ, совершенно ясно, что на участке T_2 - T_λ происходит интенсивная деструкция монокристаллов и к моменту достижения T_λ коэффициент конденсации $\gamma_2^{\text{жк}}$ вырождается в $\gamma = 1$. То есть, в λ - точке монокристалл перестает

существовать! С этого момента кипеть нечему, ибо гелий-2 состоит только из свободных атомов, аналогично газообразному гелию, но теперь он представлен переохлажденным газом! Как говорят на Руси, вот вам, батенька, и юрьев день!

А что происходит с энергетикой системы? В точке T_2 энергия монокристалла, структурного элемента 1-го порядка, составляла $E_{\mu 2}$:

$$E_{\mu 2} = m_{\mu 2} \cdot c_{p2} \cdot T_2 = 3,652642898 \cdot 10^{-22} \text{ Дж}, \quad (83)$$

а энергия атомов в монокристалле – ε_2 :

$$\varepsilon_2 = E_{\mu 2} / \gamma_2^{\text{ж}} = 3,964688573 \cdot 10^{-23} \text{ Дж}. \quad (84)$$

Но к моменту охлаждения гелия до T_λ круто изменился состав системы, поскольку каждый монокристалл к этому моменту распался на $\gamma_2^{\text{ж}}$ свободных атомов гелия, что привело к росту объемной концентрации структурных элементов в $n_1 = \sqrt[3]{\gamma_2^{\text{ж}}} = 2,096361$ раз. При этом энергия новых структурных элементов оказалась меньше энергии суперсцилляторов в точке T_2 в n_2 раз:

$$n_2 = E_{\mu 2} / \varepsilon_2 = 2,62 \text{ раз}, \quad (85)$$

а общее падение энергонасыщения системы в λ -точке составило n_ε :

$$n_3 = n_1 \cdot n_2 = 5,49246582 \text{ раз} \quad (86)$$

И теперь, чтобы вернуть системе в λ -точке энергонасыщенность точки T_2 необходимо вложить в нее энергию извне, в результате чего теплоемкость в λ -точке должна подскочить в n_3 раз по сравнению с c_{p2} :

$$c'_{p\lambda} = n_3 \cdot c_{p2} = 12506,344672 \text{ Дж} / \text{кг} \cdot \text{К} \quad (87)$$

при экспериментальном значении $c_{p\lambda} = 12600 \text{ Дж} / \text{кг} \cdot \text{К}$!

Как видим, и тут нет никаких чудес, ибо четко работают законы ЕТФ.

2.3. Гиперчастотные свойства гелия-2 в λ -точке.

Исходные данные для анализа:

$\rho_\lambda = 145,1587 \text{ кг} / \text{м}^3$ – плотность гелия-2,

$c_{p\lambda} = 12600 \text{ Дж} / \text{кг} \cdot \text{К}$ – удельная теплоемкость,

$P_\lambda^\Pi = 5000 \text{ Па} = \text{Дж} / \text{м}^3$ – давление насыщенного пара,

$T_\lambda = 2,17 \text{ К}$,

$m_{\text{He}} = 6,64576158818 \cdot 10^{-27} \text{ кг} = \text{const}$ – масса осциллятора гелия-2.

2.3.1. Жидкая фаза

$$V_\lambda = m_{\text{He}} / \rho_\lambda = 4,57827301304 \cdot 10^{-29} \text{ м}^3 \quad (88)$$

– объем кристалла в жидкокристаллической структуре гелия-2,

$$a_\lambda = \sqrt[3]{V_\lambda} = \sqrt[3]{45,7827301304 \cdot 10^{-30} \text{ м}^3} = 3,5773977461 \cdot 10^{-10} \text{ м} \quad (89)$$

– длина ребра кристалла,

$$S_\lambda = a_\lambda^2 = 12,7977746338 \cdot 10^{-20} \text{ м}^2 \quad (90)$$

– площадь грани кристалла,

$$\varepsilon_\lambda = m_{\text{He}} \cdot c_{p\lambda} \cdot T_\lambda = 1,81708413343 \cdot 10^{-22} \text{ Дж} \quad (91)$$

– энергия атома,

$$c_{p\lambda} = \frac{v_\lambda \cdot u_\lambda}{T_\lambda} = 12600 \frac{\text{м}^2}{\text{с}^2 \cdot \text{К}}, \quad (92)$$

$$v_\lambda \cdot u_\lambda = c_{p\lambda} \cdot T_\lambda = 27342 \text{ м}^2 / \text{с}^2 \quad (93)$$

– произведение скоростей атома гелия,

$$u_\lambda = \sqrt{c_{p\lambda} \cdot T_\lambda / a} = \sqrt{16961,6231221 \text{ м}^2 / \text{с}^2} = 130,236796344 \text{ м} / \text{с} \quad (94)$$

– скорость блуждания атома,

$$v_\lambda = a \cdot u_\lambda = 209,940667823 \text{ м} / \text{с} \quad (95)$$

– линейная скорость атома гелия,

$$f_\lambda = \psi_{\text{He}} \cdot T_\lambda = 4,519728297 \cdot 10^{10} \text{ с}^{-1} \quad (96)$$

– частота атомов,

$$A_\lambda = v_\lambda / 8\pi f_\lambda = 1,84818051244 \cdot 10^{-10} \text{ м} \quad (97)$$

– амплитуда нулевого колебания атомов,

$$\Delta V_{g\lambda} = \pi A_\lambda^3 / 6 = 3,30545905783 \cdot 10^{-30} \text{ м}^3 \quad (98)$$

– объем области частотного пребывания атома в центре ячейки = $0,07261229 \cdot V_{g\lambda}$.

$$r_\lambda = a_\lambda - A_\lambda = 1,72921723366 \cdot 10^{-10} \text{ м} = 0,482388595 \cdot a_\lambda \quad (99)$$

– ширина межатомного канала кристаллической структуры гелия-2,

$$\begin{cases} E_\lambda^- = n_\lambda \cdot \alpha \cdot q_\lambda \cdot Z_\lambda \cdot K_\lambda \\ E^- = -\varepsilon_\lambda \cdot k = -1,91702376077 \cdot 10^{-22} \text{ Дж} \end{cases} \quad (100)$$

– энергия сближения атома,

$k = 1,055$ – коэф. превышения энергии взаимного сближения над энергией взаимного отталкивания,

$$K_\lambda = \frac{E_\lambda^-}{n_\lambda \cdot \alpha \cdot q_\lambda \cdot Z_\lambda} = \frac{-19,1702376077 \cdot 10^{-23} \text{ Дж}}{-5,17578935124 \cdot 10^{-24} \text{ Дж}} = 37,382878953 \quad (101)$$

– координационное число дальнего порядка,

$$P_{\lambda}^{+} = \varepsilon_{\lambda} / V_{\lambda} = 3,99165858 \cdot 10^6 \text{ Па} \quad (102)$$

– положительное напряжение в элементарной ячейке,

$$P_{\lambda}^{-} = \frac{E^{-}}{V_{\lambda}} = -4,21119980188 \cdot 10^6 \text{ Па} \quad (103)$$

– отрицательное напряжение в ячейке,

$$P_{\lambda} = P^{-} + P^{+} = -2,1954122188 \cdot 10^5 \text{ Па} \quad (104)$$

– модуль Юнга жидкого кристалла гелия-2, который больше токового гелия-1 на 4,95%.

2.3.2. Паровая фаза

а) Свойство газообразного гелия при T_{λ} и $P_0 = 101325 \text{ Па}$.

$$\varepsilon^{\Gamma} = k_{He} \cdot T_{\lambda} = 2,99489314349 \cdot 10^{-23} \text{ Дж} \quad (105)$$

– энергия атома,

$$V_g^{\Gamma} = \varepsilon^{\Gamma} / P_0 = 2,95572972463 \cdot 10^{-28} \text{ м}^3 \quad (106)$$

– объем глобулы,

$$\rho^{\Gamma} = m_{He} / V_g^{\Gamma} = 22,48434508 \text{ кг/м}^3 \quad (107)$$

– плотность газа.

б) свойства пара над гелием-2 в λ -точке:

$$\rho_{\lambda}^{\Pi} = \frac{P_{\lambda}^{\Pi} \cdot \rho_{\lambda}^{\Gamma}}{P_0} = 1,10951564376 \text{ кг/м}^3 \quad (108)$$

– плотность пара,

$$V_{g\lambda}^{\Pi} = m_{He} / \rho_{\lambda}^{\Pi} = 5,98078628697 \cdot 10^{-27} \text{ м}^3 \quad (109)$$

– объем глобулы,

$$d_{\lambda}^{\Pi} = \sqrt[3]{6V_{g\lambda}^{\Pi} / \pi} = 2,25322330756 \cdot 10^{-9} \text{ м} \quad (110)$$

– диаметр глобулы,

$$\varepsilon_{\lambda}^{\Pi} = P_{\lambda}^{\Pi} \cdot V_{g\lambda}^{\Pi} = 2,99489314349 \cdot 10^{-23} \text{ Дж} = (105) \quad (111)$$

– энергия атома пара, которая равна энергии атома газообразного гелия, охлажденного до $T_{\lambda} = 2,17 \text{ К}$,

$$\varepsilon_{\lambda}^{\Pi} = c_{P\lambda}^{\Pi} \cdot m_{He} \cdot T_{\lambda} \quad (112)$$

Приравняв правые части (111) и (112) и решая эту систему относительно удельной теплоемкости пара найдем:

$$c_{P\lambda}^{\Pi} = \frac{P_{\lambda}^{\Pi} \cdot V_{g\lambda}^{\Pi}}{m_{He} \cdot T_{\lambda}} = 2076,71471637 \text{ Дж/кг} \cdot \text{К}, \quad (113)$$

которая меньше теплоемкости жидкой фазы в этой точке в $n=6,067275$ раз!

$$f_{\lambda}^{\Pi} = \varepsilon_{\lambda}^{\Pi} / h = 4,51972829697 \cdot 10^{10} \text{ с}^{-1} \quad (114)$$

– частота атомов пара,

$$A_{\lambda}^{\Pi} = \frac{2m_{He} \cdot d_{g\lambda} \cdot a \cdot f_{\lambda}^2 + \sqrt{4m_{He}^2 \cdot a^2 \cdot d_{g\lambda}^2 \cdot f_{\lambda}^4 - 8m_{He} \cdot \varepsilon_{\lambda}^{\Pi} \cdot f_{\lambda}^2}}{4m_{He} \cdot a \cdot f_{\lambda}^2} =$$

$$= \frac{9,86203441378 \cdot 10^{-14} + 8,04568010031 \cdot 10^{-14}}{8,75371240896 \cdot 10^{-5}} =$$

$$= 2,04572799257 \cdot 10^{-9} \text{ м} \quad (115)$$

– амплитуда колебания атомов пара,

$$v_{\lambda}^{\Pi} = 2A_{\lambda}^{\Pi} \cdot f_{\lambda}^{\Pi} = 184,922693918 \text{ м/с} \quad (116)$$

– линейная скорость атомов пара,

$$i_{\lambda}^{\Pi} = m_{He} \cdot v_{\lambda}^{\Pi} = 1,22895213602 \cdot 10^{-24} \text{ кг} \cdot \text{м/с} \quad (117)$$

– импульс атома,

$$u_{\lambda}^{\Pi} = \varepsilon_{\lambda}^{\Pi} / i_{\lambda}^{\Pi} \cdot a = 15,1176223816 \text{ м/с} \quad (118)$$

– скорость блуждания атомов пара,

$$\sin \alpha_{\lambda} = u_{\lambda}^{\Pi} / v_{\lambda}^{\Pi} = 0,081751039$$

$\alpha_{\lambda} = 4^{\circ} 41'$ – угловой шаг атома за период,

$$H_{\lambda} = \sin \alpha_{\lambda} \cdot A_{\lambda}^{\Pi} = 1,672403891 \cdot 10^{-10} \text{ м} \quad (119)$$

– линейный шаг атома за один период.

Подводя итог результатам по λ -точке гелия-2, мы можем утверждать следующее:

1. Насыщенный пар над гелием-2 ведет себя точно также, как и типичный газообразный гелий, поскольку все взаимодействия между атомами проходят с участием постоянной Планка. Температура паровой и газовой фаз одинакова.

2. Параметры гелия-2 в λ -точке сильно искажены притоком энергии извне. Если переход гелия-1 в гелий-2 проводить адиабатно, то к моменту завершения деструкции монокристаллов температура жидкой фазы должна снизиться, относительно предкритической точки T_2 , в n_3 раз и должна составлять не 2,17 К, а T_{λ}' :

$$T_{\lambda}' = T_2 / n_3 = 0,477017 \text{ К} \quad (120)$$

и только в этом случае мы сможем получить реальную картину по λ -точке, как паровой, так и жидкой фаз.

§3. Теплопроводность жидкого гелия

3.1. Теплопроводность гелия-1 при $T_1 = 4 \text{ К}$

$\lambda_1 = 0,027 \text{ Вт/м} \cdot \text{К}$ – теплопроводность гелия-1, экспериментальное значение [6].

Как известно, все опыты по измерению теплопроводности жидкого гелия были проведены не только при низких температурах (1К – 4К), но и при малых дозах энергии, вносимых локально в исследу-

емую жидкость. Так академик П.Л. Капица работал с дозами мощности 0,25-0,7 Вт/см², что составляло в импульсе от 0,001 Дж до 0,01 Дж. При этом ни один исследователь не рассчитывал того, а какая же доля от импульса энергии становится достоянием монокристалла и как она влияет на его собственную энергию и структуру. Спросите, почему они этого не делали? Отвечу – потому что никто из них не ведал того, что гелий-1 состоит из монокристаллов, готовых при малейшей возможности рассыпаться на атомы. Этот пробел мы и попытаемся восполнить теперь.

Начнем с установления приращения частоты монокристалла, Δf_1 , от вносимого импульса мощности $\Delta W = 0,01 \cdot 10^{-11} \text{ Вт/монокр.}$ при собственной мощности монокристалла W_1 :

$$W_1 = E_\mu \cdot f_1 = m_\mu \cdot v_1 \cdot u_1 \cdot f_1 = 9,344144182 \cdot 10^{-11} \text{ Вт}, \quad (121)$$

$$\Delta f_1 = \Delta W / E_\mu = \frac{10 \cdot 10^{-14} \text{ Вт}}{1,121571145 \cdot 10^{-21} \text{ Дж}} = 8,91606390248 \cdot 10^7 \text{ с}^{-1} \quad (122)$$

Приращение частоты мгновенно формирует градиент температуры в системе, ΔT_1 :

$$\Delta T_1 = \Delta f_1 / \psi = 4,28075702719 \cdot 10^{-3} \text{ К} \quad (123)$$

Теперь частота монокристаллов в очаге подвода импульса мощности приобретает значение $f_2 = f_1 + \Delta f = 8,3312964 \cdot 10^{10} + \Delta f_1 = 8,3402124639 \cdot 10^{10} \text{ с}^{-1}$, а теплопроводность жидкого гелия-1 удовлетворительно описывается уравнением вида:

$$\lambda_1 = \frac{\pi \cdot m_\mu \cdot A_1^2 (f_2^3 + f_1^3)}{a \cdot r_1 \cdot \Delta T_1} = \frac{15,007207989 \cdot 10^{-14} \text{ Вт}}{6,46400123787 \cdot 10^{-12} \text{ м} \cdot \text{К}} = 2,3216592 \cdot 10^{-2} \text{ Вт/м} \cdot \text{К} \quad (124)$$

из которого следует, что роль первой скрипки в ансамбле факторов, влияющих на теплопроводность, принадлежит частоте осцилляторов и суперосцилляторов, поскольку она входит в уравнение в третьей степени.

Из (122)-(124) следует, что теплопроводность имеет место только тогда, когда появляется очаг повышенной частоты структурных элементов данной среды и возникает частотный и температурный градиенты. Термины «тепло» и «теплота» были приняты в обращение нашими пещерными предками и не несут научного содержания.

Понятие «теплоемкость материала» лишено физического смысла ввиду того, что никакая среда не может проводить через себя то, что в ней отсутству-

ет. Среда проводит только частоту, ибо она состоит из осцилляторов (атомов или молекул), которые находятся в непрерывном частотном движении и в непрерывном взаимодействии как между собой, так и с осцилляторами окружающей фоновой системы. Именно поэтому научную основу теплопроводности составляет проводимость частоты структурными элементами данного материала.

3.2. Теплопроводность гелия-2 в λ -точке

При переходе гелия-1 в гелий-2 коэффициент конденсации $\gamma^{\text{ж}}$ вырождается в $\gamma = 1$ и меняются гиперчастотные параметры структурных элементов, при этом (124) преобразуется к виду:

$$\lambda_\lambda = \frac{\pi m_{\text{He}} A_\lambda^2 \cdot (f_{\lambda 2}^3 + f_{\lambda 1}^3)}{a \cdot r_\lambda \cdot \Delta T_\lambda}, \text{ Вт/м} \cdot \text{К} \quad (125)$$

При локальном подводе мощности $\Delta W = 0,01 \cdot 10^{-11} \text{ Вт/атом}$, при реальной мощности атома гелия-2 в λ -точке, W_λ :

$$W_\lambda = \varepsilon_\lambda \cdot f_\lambda = 8,21272657593 \cdot 10^{-12} \text{ Вт} \quad (126)$$

приращение частоты, Δf_λ , и теплопроводность составляют:

$$\Delta f_\lambda = \Delta W / \varepsilon_\lambda = 5,503322502 \cdot 10^8 \text{ с}^{-1}, \quad (127)$$

что больше Δf_1 в 6,17 раз

$$\lambda_\lambda = \frac{13,41238908 \cdot 10^{-14} \text{ Вт}}{7,365204244 \cdot 10^{-12} \text{ м} \cdot \text{К}} = 1,821047805 \cdot 10^{-2} \text{ Вт/м} \cdot \text{К}, \text{ где} \quad (128)$$

$$\Delta T_\lambda = \Delta f_\lambda / \psi = 2,64224064924 \cdot 10^{-2} \text{ К} \quad (129)$$

– температурный градиент при $T=2,17\text{К}$.

Имеются экспериментальные данные по теплопроводности гелия-2 из одного сосуда в другой через тонкие трубки, длиной до 90 см и диаметром 0,6 мм. Локальный нагрев производился в первом сосуде, но при этом два одинаковых термометра, размещенные в них, не могли зафиксировать разницы температур между ними – настолько быстро распространялось приращение частоты Δf от первого сосуда ко второму. Этот результат шокировал экспериментаторов и они, схватившись за головы, по сей день решают эту загадку, но безуспешно.

Физическая суть столь быстрой передачи избыточной частоты из зоны нагрева состоит в том, что во-первых, атомы гелия не имеют вращения вокруг своих осей и жестко ориентированы в пространстве; во-вторых, они занимают малую часть пространства

в центре элементарной ячейки, обладая малой амплитудой колебания; в-третьих, атомы находятся в состоянии динамического напряжения, обусловливаемого взаимодействием полярных электрических полей; в-четвертых, они упруго взаимодействуют между собой с большой частотой $f_\lambda = 4,519728 \cdot 10^{10} \text{ c}^{-1}$ и при этом линейная скорость атомов составляет 209,94 м/с. А когда возникает очаг повышенной частоты, $f' = f_\lambda + \Delta f$, тут же формируется частотный градиент, вдоль которого также формируется градиент скорости, $v' = v_\lambda + \Delta v$, эстафетно распространяющий избыточную частоту от атома к атому. При этом путь в $l_{\text{ед}} = 1 \text{ м}$ волна избыточной частоты проходит за время τ_λ :

$$\tau_\lambda = l_{\text{ед}} / v_\lambda = 0,004763 \text{ с.} \quad (130)$$

которое по своей продолжительности ниже порога инерционности термометров, в силу чего экспериментаторы не смогли обнаружить разницу температур между двумя сосудами, соединенными капиллярной трубкой.

§4. Вязкость жидкого гелия

$\eta_1 = 3 \cdot 10^{-6} \text{ Па} \cdot \text{с}$ – вязкость гелия-1 при $T_1 = 4 \text{ К}$, экспериментальное значение [4].

$\eta_\lambda = 2,05 \cdot 10^{-6} \text{ Па} \cdot \text{с}$ – вязкость гелия-2 при $T_\lambda = 2,17 \text{ К}$, экспериментальное значение.

Академик П.Л. Капица, проводивший целую систему весьма тонких опытов с гелием-2, настолько был поражен необычностью его свойств, что пришел к предположению о полном отсутствии у гелия вязкости и теплопроводности [8]. Полученный им результат по исследованию вязкости гелия составил $\eta < 1 \cdot 10^{-12} \text{ Па} \cdot \text{с}$.

В рамках ЕТФ вязкость гелия-1 решается на уровне одного монокристалла и имеет вид:

$$\eta_1 = \frac{m_\mu \cdot f_1}{2r_1} = \frac{\gamma^{\text{ж}} \cdot m_{\text{He}} \Psi_{\text{He}} T_1}{2(d_{g1} - A_1)}, \text{ Па} \cdot \text{с} \quad (131)$$

Введя в (131) численные значения величин получим:

$$\begin{aligned} \eta_1 &= \frac{m_\mu \cdot f_1}{2r_1} = \frac{5,854726931 \cdot 10^{-15} \text{ кг} / \text{с}}{1,87342118874 \cdot 10^{-9} \text{ м}} = \\ &= 3,12515251038 \cdot 10^{-6} \text{ Па} \cdot \text{с} \end{aligned} \quad (132)$$

– вязкость гелия-1, теоритическое значение, которое точнее экспериментального.

Для гелия-2 уравнение (131) видоизменяется тем, что структурный элемент представлен не монокристаллом, а одним атомом гелия:

$$\eta_\lambda = \frac{m_{\text{He}} \cdot f_\lambda}{2r_\lambda} = \frac{m_{\text{He}} \cdot \Psi_{\text{He}} \cdot T_\lambda}{2(d_\lambda - A_\lambda)}, \text{ Па} \cdot \text{с} \quad (133)$$

Введя численные значения величин в (133) получим для гелия-2:

$$\begin{aligned} \eta_\lambda &= \frac{m_{\text{He}} \cdot f_\lambda}{2r_\lambda} = \frac{30,0370367052 \cdot 10^{-17} \text{ кг} / \text{с}}{3,45843446732 \cdot 10^{-10} \text{ м}} = \\ &= 8,68515421906 \cdot 10^{-7} \text{ Па} \cdot \text{с} \end{aligned} \quad (134)$$

Как видим, это значение вязкости, имеющее полное обоснование в рамках ЕТФ, больше величины, полученной П.Капицей, на пять порядков, а относительно вязкости гелия-1, оно ниже в 5,37 раз. При этом ни у меня ни у читателя не должно быть и намека на упрек в адрес П.Капицы и других исследователей, получавших иные результаты, потому что дело не в их интеллектуальных способностях, которые у них были весьма велики, а в том уровне физической науки, уровне середины XX века, тогда как мы сегодня решаем нерешенные ими вопросы науки уже на уровне ЕТФ и уже в XXI веке.

§5. Особые свойства гелия-2

Итак, гелий-2 в интервале от T_λ до $T_a = 0 \text{ К}$ – это переохлажденный газ, ибо его структурные элементы представлены атомами гелия. Они легки и являются носителями избыточного положительного заряда, что и определяло несговорчивость газообразного гелия с экспериментаторами в начале XX века, желавшими получить его в жидком состоянии. Именно это, глубоко внутреннее свойство гелия делает его поведение особенным и удивительным. Однако, аналитический материал, приведенный в параграфах 1-4, полностью освобождает гелий от всех ошибочных суждений о его природе, будто он представляет собой некую квантовую жидкость, свойства которой подчиняются не законам физики, а некоей статистике Бозе – Эйнштейна. Более того, полученные мною результаты по гелию напрочь отменяют из науки как статистику Бозе – Эйнштейна, так и статистику Ферми – Дирака, как ни на чем не основанные измышления. Думаю, что со мной согласится каждый физик, дорожающий прогрессивным развитием фундаментальной науки.

5.1 Гиперчастотные свойства гелия-2 при $T_4=2K$

Поскольку все чудесные свойства гелия-2 выявлены в интервале температур от 1К до $T_\lambda = 2,17K$, нам, для дальнейшего успешного продвижения исследования свойств гелия, необходимо рассчитать гиперчастотные свойства гелия-2, как жидкой, так и паровой фаз при $T_4=2K$ и сравнить полученные результаты с параметрами гелия-1 при $T_1=4K$.

Исходные данные для анализа.

$T_4 = 2,0K$ – температура гелия-2,
 $\rho_4 = 145,99 \text{ кг/м}^3$ – плотность гелия-2,
 $c_{p4} = 5180 \text{ Дж/кг} \cdot K$ – удельная теплоемкость,
 $P_4^{\text{II}} = 3333,333 \text{ Па}$ – давление насыщенного пара,
 $m_{\text{He}} = 6,64576158818 \cdot 10^{-27} \text{ кг}$ – масса структурного элемента гелия-2.

5.1.1. Жидкая фаза гелия-2

$$V_4 = m_{\text{He}} / \rho_4 = 4,55220329349 \cdot 10^{-29} \text{ м}^3 \quad (135)$$

– объем элементарной ячейки жидкокристаллической структуры гелия-2,

$$a_4 = \sqrt[3]{V_4} = \sqrt[3]{45,5220329349 \cdot 10^{-30} \text{ м}^3} = 3,5705946465 \cdot 10^{-10} \text{ м} \quad (136)$$

– длина ребра кристаллической ячейки,

$$S_4 = a_4^2 = 12,7491461296 \cdot 10^{-20} \text{ м}^2 \quad (137)$$

– площадь грани кристалла,

$$\varepsilon_4 = c_{p4} \cdot m_{\text{He}} \cdot T_4 = 6,88500900537 \cdot 10^{-23} \text{ Дж}, \quad (138)$$

$$f_4 = \psi_{\text{He}} \cdot T_4 = 4,1656482 \cdot 10^{10} \text{ с}^{-1}, \quad (139)$$

$$u_4 = \sqrt{\varepsilon_4 / m_{\text{He}} \cdot a} = 80,1675188942 \text{ м/с}, \quad (140)$$

$$v_4 = a \cdot u_4 = 129,229395432 \text{ м/с}, \quad (141)$$

$$\varepsilon_4 = m_{\text{He}} \cdot v_4 \cdot u_4 = 6,88500900537 \cdot 10^{-23} \text{ Дж}, \quad (142)$$

$$\left. \begin{aligned} E_4^- &= n_\lambda \cdot \alpha \cdot q_\lambda \cdot Z_\lambda \cdot K_4 \\ E_4^- &= -\varepsilon_4 \cdot 1,055 \end{aligned} \right\} \quad (143)$$

– энергия взаимного сближения атомов,

$$K_4 = \frac{E_4^-}{n_\lambda \alpha q_\lambda \cdot Z_\lambda} = \frac{-7,26368450066 \cdot 10^{-23} \text{ Дж}}{-5,17578951247 \cdot 10^{-24} \text{ Дж}} = 14,0339642544 \quad (144)$$

– координационное число дальнего порядка,

$$A_4 = v_4 / 8\pi f_4 = 1,23435153955 \cdot 10^{-10} \text{ м}, \quad (145)$$

$$\begin{aligned} \Delta V_{g4} &= \pi A_4^3 / 6 = 9,8472556149 \cdot 10^{-31} \text{ м}^3 = \\ &= 0,0216318 \cdot V_{gu} \end{aligned} \quad (146)$$

$$\begin{aligned} r_4 &= a_4 - A_4 = 2,33624310695 \cdot 10^{-10} \text{ м} = \\ &= 0,6543008485 \cdot a_4 \end{aligned} \quad (147)$$

– ширина межатомного канала,

$$P_4^- = E_4^- / V_4 = -1,595641502 \cdot 10^6 \text{ Па} \quad (148)$$

– напряжение взаимного сближения атомов,

$$P_4^+ = E_4 / V_4 = 1,5124564 \cdot 10^6 \text{ Па} \quad (149)$$

– напряжение взаимного отталкивания атомов,

$$P_4 = P_4^- + P_4^+ = -8,3185102 \cdot 10^4 \text{ Па} \quad (150)$$

– модуль Юнга для гелия-2, для его жидкокристаллической структуры, при $T_4=2K$,

$$n_p = P_4^- / P_4^+ = -1,055 \quad (151)$$

– коэф. полярных напряжений кристаллической структуры.

При сравнении (150) с (73) выявляется, что модуль Юнга кристаллической структуры гелия-2 при $T_4=2K$ меньше модуля Юнга монокристалла гелия-1 в $n = P_{\text{He}} / P_4 = 1,3174684$ раза.

5.1.2. Паровая фаза гелия-2

$$\rho_4^{\text{II}} = \frac{P_4^{\text{II}} \cdot \rho_4^{\text{I}}}{P_0} = 0,8025496489 \text{ кг/м}^3 \quad (152)$$

– плотность пара над жидкой фазой гелия-2 при $T_4=2K$, где

$$\rho_4^{\text{I}} = 24,39550295 \text{ кг/м}^3 \quad (153)$$

– плотность газообразного гелия при $T_4=2K$ и $P_0=101325\text{Па}$,

$$V_{g4}^{\text{II}} = m_{\text{He}} / \rho_4^{\text{II}} = 8,28081053588 \cdot 10^{-27} \text{ м}^3, \quad (154)$$

$$d_{g4}^{\text{II}} = \sqrt[3]{6V_{g4}^{\text{II}} / \pi} = 2,51010222464 \cdot 10^{-9} \text{ м}, \quad (155)$$

$$\varepsilon_4^{\text{II}} = V_{g4}^{\text{II}} \cdot P_4^{\text{II}} = 2,76027017835 \cdot 10^{-23} \text{ Дж}, \quad (156)$$

$$k_4^{\text{II}} = \varepsilon_4^{\text{II}} / T_4 = 1,38013508917 \cdot 10^{-23} \text{ Дж/К} = k_{\text{He}}, \quad (157)$$

$$f_4^{\text{II}} = \varepsilon_4^{\text{II}} / h = 4,1656482 \cdot 10^{10} \text{ с}^{-1}, \quad (158)$$

$$A_4^{\text{II}} = \frac{2m_{\text{He}} \cdot d_4^{\text{II}} \cdot a \cdot f_4^2 + \sqrt{4m^2 d_4^2 \cdot a^2 \cdot f_4^4 - 8m_{\text{He}} \cdot \varepsilon_4^{\text{II}} \cdot f_4^{\text{II}2}}}{4m_{\text{He}} \cdot a \cdot f_4^{\text{II}2}} = 2,31079426648 \cdot 10^{-9} \text{ м} \quad (159)$$

– амплитуда нулевого колебания атомов пара,

$$v_4^{\text{II}} = 2A_4^{\text{II}} \cdot f_4^{\text{II}} = 192,519119534 \text{ м/с}, \quad (160)$$

$$i_4^{\text{II}} = m_{\text{He}} \cdot v_4^{\text{II}} = 1,27943616958 \cdot 10^{-24} \text{ кг} \cdot \text{м/с}, \quad (161)$$

$$u_4^{\text{II}} = \varepsilon_4^{\text{II}} / i_4^{\text{II}} \cdot a = 13,3835122131 \text{ м/с}, \quad (162)$$

$$\sin \alpha_4 = u^{\text{II}} / v^{\text{II}} = 0,0695178341, \quad (163)$$

$$\alpha_4^{\text{II}} = 3^\circ 59', \quad (164)$$

$$H_4^{\text{II}} = \sin \alpha_4 \cdot A_4^{\text{II}} = 1,6064141245 \cdot 10^{-10} \text{ м}, \quad (165)$$

$$u_4^{\text{II}} = 2H_4^{\text{II}} \cdot f_4^{\text{II}} = 13,383512213 \text{ м/с}, \quad (166)$$

$$\Delta V_{g4}^{\text{II}} = \pi A_4^{\text{II}3} / 6 = 6,46074300758 \cdot 10^{-27} \text{ м}^3 = 0,78 \cdot V_{g4}^{\text{II}}, \quad (167)$$

$$r_c^{\text{II}} = \hbar / i_4^{\text{II}} = 3,21282826746 \cdot 10^{-10} \text{ м}, \quad (168)$$

$$v_4^{\text{II}} \cdot u_4^{\text{II}} = 2576,551 \text{ м}^2 / \text{с}^2,$$

$$c_{p4}^{\text{II}} = v_4^{\text{II}} \cdot u_4^{\text{II}} / T_4 = 1288,27550638 \text{ Дж/кг} \cdot \text{К} \quad (169)$$

– удельная теплоемкость пара при $T_4=2\text{К}$.

Вот теперь, имея полную гиперчастотную характеристику гелия-1 (при $T_1=4\text{К}$) и гелия-2 (при $T_4=2\text{К}$), мы можем приступить к объяснению особых свойств жидкого гелия, которые не перестают удивлять научный мир с 1908 года, от первых опытов голландского физика Г. Камерлинг-Оннеса, ставшего отцом криофизики.

5.2. Эффект перетекания гелия-2 через вертикальную стенку

$$\sigma_\lambda = -3,7 \cdot 10^{-4} \text{ Н/м} \quad (170)$$

– поверхностное натяжение гелия-2 при $T_a = 0\text{К}$ [Свойства элементов.Т. 2, с. 257, М., 1997 г.].

В рамках ЕТФ уравнение поверхностного натяжения жидкости имеет вид:

$$\sigma_i = \frac{n_{\lambda i} \cdot \alpha \cdot q_\lambda \cdot Z_\lambda \cdot k_i}{\pi \cdot r_i^2}, \text{ Н/м} \quad (171)$$

На основе этого уравнения, поверхностное натяжение гелия-2, при $T_4=2\text{К}$, составит σ_4 :

$$\sigma_4 = \frac{n_\lambda \cdot \alpha \cdot q_\lambda \cdot Z_\lambda \cdot k_4}{\pi \cdot r_4^2} = \frac{-7,26368450066 \cdot 10^{-23} \text{ Дж}}{1,7146912778 \cdot 10^{-19} \text{ м}^2} = -4,2361471098 \cdot 10^{-4} \text{ Н/м} \quad (172)$$

Теперь, зная, что жидкий гелий смачивает стекло и обладает определенным поверхностным натяжением, σ_4 , не прибегая ни к каким ухищрениям, мы объясним перетекание гелия через вертикальную стенку. Для этого сначала необходимо разобратся в структуре пристенного слоя гелия-2, на

стенке сосуда, над уровнем жидкой фазы. Состоит он из трех слоев, несущих не одинаковые функции. Первый монослой атомов гелия неподвижно связан с поверхностью стенки по всему периметру сосуда. Третий монослой, стороной, обращенной к геометрическому центру сосуда, находится в контакте с паровой фазой и взаимодействует с атомами пара. Между первым и третьим монослоями формируется кольцевой капиллярный канал по всему периметру сосуда, ширина этого канала равна межатомному расстоянию a_4 и составляет r_κ :

$$r_\kappa = a_4 = 3,570594 \cdot 10^{-10} \text{ м}, \quad (173)$$

а толщина пристенного слоя,

$$l_s = 3 \cdot a_4 = 1,0711784 \cdot 10^{-9} \text{ м}. \quad (174)$$

Второй монослой атомов гелия поднимается вертикально вверх по кольцевому капиллярному каналу, а атомы этого слоя взаимодействуют только с атомами первого и третьего слоев. При этом поверхностное натяжение атомов второго слоя распределяется по углу 4π стерадиан, а сила взаимодействия с атомами первого и третьего слоев обратнопропорциональна ширине межатомного канала этой, жидкокристаллической структуры, $r_4 = (a_4 - A_4)$. С учетом этих особенностей пристенного слоя, антигравитационная, капиллярная сила формирует напряжение среднего монослоя, направленное вертикально вверх, ΔP_4 :

$$\Delta P_4 = \frac{\sigma_4}{4\pi \cdot r_4} = \frac{-22,64009024 \cdot 10^{-5} \text{ Н/м}}{2,81014596658 \cdot 10^{-9} \text{ м}} = -8,05655311776 \cdot 10^4 \text{ Па} \quad (175)$$

Как видим, капиллярное давление достигает большого значения, уступающего атмосферному давлению P_0 , лишь вдвое.

Чтобы понять, почему гелий-1 не перетекает через стенку сосуда, подобно гелию-2, нам необходимо рассмотреть паровую фазу гелия-1 и гелия-2, установить давление атомов пара на стенку сосуда над гелием-1 и гелием-2. При этом давление атомов пара на стенку определяет уравнение следующего вида:

$$\Delta P_i^{\text{II}} = \frac{i_1^{\text{II}} \cdot f_1^{\text{II}}}{S_i^{\text{II}}} = \frac{4m_{\text{He}} \cdot v_i^{\text{II}} \cdot f_i^{\text{II}}}{\pi (d_{gi}^{\text{II}})^2}, \text{ Па}, \quad (176)$$

Для пара над жидким гелием-1 имеем:

$$\Delta P_1^{\text{II}} = \frac{i_1^{\text{II}} \cdot f_1^{\text{II}}}{\pi (d_{g1}^{\text{II}})^2 / 4} = \frac{9,06327165474 \cdot 10^{-11} \text{ Н}}{1,916048467 \cdot 10^{-17} \text{ м}^2} = 4,730189 \cdot 10^6 \text{ Па} \quad (177)$$

а для давления пара над гелием-2 получим:

$$\Delta P_4'' = \frac{4i_4'' \cdot f_4''}{\pi(d_4'')^2} = \frac{2,13187239072 \cdot 10^{-13} \text{ Н}}{1,97939600736 \cdot 10^{-17} \text{ м}^2} = 1,077031772 \cdot 10^4 \text{ Па} \quad (178)$$

– давление атомов пара на стенку при $T_4=2\text{К}$.

Становится совершенно ясно, что гелий-1 не может перетекать через стенку только потому, что атомы его собственного пара наглухо запирают ему выход на стенку, создавая на ней высокое давление, непреодолимое капиллярным давлением. И, наоборот, гелий-2 свободно выходит на стенку, формирует кольцевой капиллярный канал и по нему спокойно перетекает через стенку сосуда, поскольку атомы его пара над ним не создают высокого, запирающего давления, при этом капиллярное давление гелия-2 в 8 раз превосходит давление, создаваемое атомами пара на стенке сосуда.

Таким образом, мы видим, что ничего таинственного в явлении перетекания гелия-2 через стенку не существует, ибо оно просто и ясно объясняется законами истинной теории физики.

5.3. Эффект противотока гелия-2 в капиллярных трубках

Проведя целый ряд опытов, выдающийся экспериментатор П. Капица пришел к выводу, что в капиллярах диаметром 0,4-0,6 мм имеет место противоток гелия-2. На базе экспериментальных результатов Капицы, в 1941 году, академик Л.Д. Ландау создал теорию двухкомпонентного гелия-2, за которую в 1962 году был удостоен Нобелевской премии в области физики. А П. Капица был удостоен такой чести лишь спустя 15 лет, в 1978 году.

Я предлагаю своим читателям, вместе со мной, произвести анализ одного из опытов Капицы [7]. Суть опытов состоит в следующем:

Мини колбочка, объемом ΔV , имеет оттянутый торец, переходящий в капиллярную трубку. Внутри колбочки помещен миниатюрный электронагреватель, на который дозированно можно подавать электроимпульс в продолжение от 5 до 17 секунд. Колбочка наполнена гелием-2 и размещается в дьюаре также с гелием-2. При подаче импульса тока в колбочку, из его капиллярного выхода вырывается струя, скорость которой была измерена по ее динамическому напору на пластинку. При этом количество жидкости в колбочке не уменьшается и резонно возникает вопрос: Каким образом восполняется

объем жидкого гелия в колбочке при очевидном вытекании из нее части жидкости?

Исходные данные для анализа опыта.

$u = 5,2 \text{ см/с}$ – скорость вытекающей струи из капилляра,

$T = 1,6\text{К}$ – температура гелия-2,

$$\Delta E = 1,9 \text{ Вт/см}^2 \cdot \frac{\pi d^2}{4} \cdot \tau = 0,04514076 \text{ Дж}$$

– энергия в импульсе, $\tau = 10\text{с}$ – продолжительность импульса,

$\Delta P = 0,4 \text{ Па}$ – скоростной напор струи,

$\Delta V_0 = 0,926994 \text{ см}^3$ – объем колбочки,

$d = 0,4 \text{ мм}$ – диаметр капилляра на выходе.

Анализ результатов

$$S = \pi d^2 / 4 = 5,939574 \cdot 10^{-4} \text{ см}^2 \quad (179)$$

– сечение капилляра,

$$V_\tau = u \cdot S = 3,08857827 \cdot 10^{-3} \text{ см}^3/\text{с} \quad (180)$$

– секундный расход гелия из колбочки,

$$\Delta V_1 = V_\tau \cdot \tau = 3,08857827 \cdot 10^{-2} \text{ см}^3 = 3,331\% \Delta V_0 \quad (181)$$

– полный объем вытекающей жидкости из колбочки за время подогрева $\tau = 10\text{с}$,

$$\Delta m_1 = \rho \cdot \Delta V_1 = 0,145 \frac{2}{\text{см}^3} \cdot \Delta V_1 = 4,4784384 \cdot 10^{-3} \text{ г} \quad (182)$$

– масса гелия-2, покинувшая колбочку, где

$\rho = 0,145 \frac{2}{\text{см}^3}$ – плотность гелия-2, принятая

П. Капицей в опыте,

$$\Delta n_1 = \Delta m_1 / m_{\text{He}} = 6,73878883642 \cdot 10^{20} \quad (183)$$

– число атомов гелия, покинувшее колбочку,

$$c_p = 2400 \text{ Дж/кг} \cdot \text{К} \quad (184)$$

– теплоемкость гелия-2 при $T=1,6\text{К}$,

$$\varepsilon_0 = c_p \cdot m_{\text{He}} \cdot T = 2,55197245 \cdot 10^{-23} \text{ Дж} \quad (185)$$

– энергия атомов гелия до воздействия теплом,

$$\begin{aligned} \varepsilon_1 &= \varepsilon_0 + \frac{\Delta E}{\Delta n} = \varepsilon_0 + 6,698646 \cdot 10^{-23} \text{ Дж} = \\ &= 9,25061845 \cdot 10^{-23} \text{ Дж} \end{aligned} \quad (186)$$

– энергия атомов истекающих из колбочки после введения импульса ΔE ,

$$T_1 = T \cdot \frac{\varepsilon_1}{\varepsilon_0} = 1,6\text{К} \cdot 3,624889622 = 5,7998234\text{К} \quad (187)$$

– температура газа, истекающего из капилляра.

Выше, при рассмотрении теплопроводности жидкого гелия, мы выяснили, что приращение частоты осцилляторов в активной зоне распространяется по гелию-2 с большой скоростью, на один метр в течение нескольких миллисекунд. А ведь объем колбочки меньше одного кубического сантиметра! Поэтому, как только включают электронагреватель в колбочке, температура ее спирали и прилегающие к ней атомы гелия моментально получают приращение частоты Δf , величина которого вначале очень мала, но по мере работы спирали ее температура растет до 5-10К. За этим немедленно следует рост амплитуды колебания атомов, рост объема глобул, падение плотности гелия-2, а итогом этих перестроений выступает приращение давления в колбочке, которое локализовано строго вокруг спирали нагревателя – наступает эффект переполнения емкости. Под возникшим избыточным давлением начинается истечение наиболее энергичных атомов из непосредственного окружения спирали, которые и создают струю на выходе из капилляра. При этом избыточное давление в колбочке равно скоростному напору струи на выходе из капилляра и составляет величину ΔP :

$$\begin{aligned} \Delta P = \rho \cdot u^2 &= 0,145 \frac{2}{\text{см}^3} \cdot (5,2 \text{ см} / \text{с})^2 = \\ &= 3,9208 \text{ Па} = 39,2 \frac{\text{Дин}}{\text{см}^2} \end{aligned} \quad (188)$$

Из (187) следует, что струя из капилляра – это уже не гелий-2 и не гелий-1, ибо она образована атомами газообразного гелия, но при температуре $T=5-6\text{К}$.

Таким образом, не существует никакого противотока в капиллярной трубке и прежде всего потому, что в колбочке существует избыточное давление в течение всего опыта, а против давления не может течь даже гелий-2! Это – во-первых. Во-вторых, объем жидкости в колбочке не уменьшается вообще, хотя масса в ней уменьшается на величину $\Delta m = 4,478$ миллиграмм и происходит это за счет структурного перестроения гелия-2 под воздействием подводимой энергии в колбочку: по мере нагрева плотность жидкости падает, часть жидкости покидает колбочку, а остающаяся жидкость в колбочке имеет уменьшенную плотность, занимая прежний объем.

Этот же механизм лежит в основе так называемого механокалорического эффекта, состоящего в фонтанировании гелия-2 из пробирки с малым вы-

ходным отверстием, при подаче импульса энергии достаточной мощности.

§6. Гелий-2 и предел шкалы Кельвина

Температурная шкала Кельвина была предложена У. Томсоном (лордом Кельвином) в 1848 году и стала выдающимся достижением науки. Ее физическая суть состоит в том, что изменение температуры вещества непременно ведет к изменению объема, которое занимают ее структурные элементы. Эта зависимость особенно резко выражена у газов, что и легло в основу данной шкалы. Так, при изменении температуры газов на один градус, в изобарном режиме, происходит изменение его объема на величину β ; у водорода $\beta = 3,661 \cdot 10^{-3} \text{ град}^{-1}$, у азота $-3,67272 \cdot 10^{-3} / \text{град}$, у гелия $-3,658 \cdot 10^{-3} / \text{град}$ и т.д., т.е. каждый газ имеет коэффициент температурного расширения.

В качестве реперной температуры была принята тройная точка воды, самой важной и самой распространенной жидкости на Земле, которая составляет 273,16 К. При этом, температура плавления льда, которая ниже на 0,01 градуса, принята за температуру термодинамического нуля, $T_0 = 273,15\text{К}$. Но фактически T_0 есть не что иное, как обратный коэффициент температурного расширения парогазовой фазы над твердой фазой воды, при $P_0 = 101325\text{Па}$:

$$\left. \begin{aligned} T_0 &= 1/\beta_0 = 273,15\text{К}, \text{ где} \\ \beta_0 &= 3,66099212878 \cdot 10^{-3} / \text{град} \end{aligned} \right\} \quad (189)$$

Однако в эту шкалу заложена серьезная и очень принципиальная ошибка, состоящая в утверждении того, что при охлаждении вещества до $t=-273,15\text{ }^\circ\text{C}$ достигается абсолютная температура, $T_a = 0\text{К}$, при которой прекращается тепловое движение атомов и молекул. На эту ошибку я уже указывал в ОЭТФ, в 1994 году, но до физиков это еще не дошло, поэтому я еще раз возвращаюсь к ней, поскольку понимаю – дальнейшее развитие криофизики не возможно без наведения порядка в области температур, лежащих левее $T_a = 0\text{К}$. Читатель, изучающий содержание данной работы, уже и сам понимает справедливость моих замечаний относительно шкалы Кельвина.

В рамках ЕТФ для газообразного гелия установлены следующие, основополагающие свойства:

$$\psi_{\text{He}} = \frac{k_0(\text{He})}{h} = 2,0828241 \cdot 10^{10} \text{ К}^{-1} \cdot \text{с}^{-1} = \text{const} \quad (190)$$

– частотная постоянная гелия,

$$\beta_{He} = 3,6580 \cdot 10^{-3} K^{-1} \quad (191)$$

– коэффициент объемного расширения,

$$T_0(He) = 1 / \beta_{He} = 273,373428103 \quad (192)$$

– термодинамическая температура гелия,

$$k_0(He) = \beta_{He} \cdot f_0 \cdot h = 1,38013508917 \cdot 10^{-23} \text{ Дж} / K = const \quad (193)$$

– удельная энергия атома гелия,

$$f_0(He) = \psi_{He} \cdot T_0(He) = 5,69388764352 \cdot 10^{12} c^{-1} \quad (194)$$

– частота нулевого колебания атомов гелия при $T_0(He)$,

$$\xi_{He} = h / k_0(He) = 4,80117356047 \cdot 10^{-11} K \cdot c = const \quad (195)$$

– температурная постоянная гелия,

$$h = m_e \cdot \mu \cdot \sqrt[3]{4\pi / 3} / 2 = 6,6262681 \cdot 10^{-34} \text{ кг} \cdot \text{м}^2 / c = const \quad (196)$$

– постоянная Планка, абсолютное значение.

Это – целая система хорошо выверенных и полностью согласованных с остальными 150 константами ЕТФ, без учета которых и не опираясь на них, ни один ученый не может понять поведение гелия – будь он даже семи пядей во лбу.

Поэтому я предлагаю физикам принять шкалу Базиева для области температур, лежащих между $T_a = 0K$ и $T_a = 0B$, охватывающий частотный интервал от $f(K)_a = \psi_{He} \cdot 1K = 2,0828241 \cdot 10^{10} c^{-1}$ – по шкале Кельвина, до $f(B)_a = 2,0828241 c^{-1}$ при температуре $T=1B$ (один градус Базиева), которая будет достигнута лишь при охлаждении гелия в n_T раз ниже $T_a = 0K$:

$$n_T = f(K)_a / f(B)_a = 1 \cdot 10^{10} \quad (197)$$

Из (195) следует, что между T_a по Кельвину и T_a по Базиеву существует температурный интервал, равный 10 миллиардам градусов. Иными словами, между мнимым абсолютным нулем, при $T_a = 0K$, и действительным абсолютным нулем, при $T_a = 0B$, лежит целый мир и колоссальная дистанция.

Для того чтобы криофизика могла успешно продвигаться к действительному абсолютному нулю необходимо:

1. Принять предлагаемую мною шкалу, ибо она является не моей прихотью, а диктуется достигнутым уровнем физической науки в результате открытия электрино.
2. Необходимо научиться измерять частоту нулевого колебания атомов гелия и уйти от измерения температуры в криофизике. При

этом частота устанавливается, а температура рассчитывается.

3. В области температур Базиева необходимо работать с газообразным гелием при нарастающем падении давления и плотности газа. Похоже на то, что ${}^3\text{He}$ может оказаться более подходящим объектом в перспективе развития данной области науки. Но мною он еще не исследован.

Температурную шкалу Кельвина можно продлить влево от $T_0 = 0K$, но тогда, как и по шкале Цельсия, все значения левее нуля будут иметь отрицательный знак с нарастающим модулем при удалении от нуля, что противоречит уменьшающемуся модулю частоты атомов. Если же мы уменьшим частотную постоянную гелия в n_T раз, то получим не противоречивую шкалу Базиева:

$$\psi_B = \psi_{He} / n_T = 2,0828241 B^{-1} \cdot c^{-1} = const \quad (198)$$

При этом температура Базиева в точке $T_a = 0K$ составляет T_{max}^B , а частота атомов не изменяется:

$$T_{max}^B = 1K \cdot n_T = 1 \cdot 10^{10} B, \quad (199)$$

$$f_{max}^B = \psi_B \cdot T_{max}^B = 2,0828241 \cdot 10^{10} c^{-1} = f(K)_a \quad (200)$$

Из (198-200) следует, что, во-первых, сохраняется равенство температурных интервалов между шкалой Кельвина и шкалой Базиева. Во-вторых, от $T_a = 0K$ влево совершенно идентично уменьшаются как температура Базиева, так и частота атомов гелия, все больше приближаясь к истинному абсолютному нулю. В-третьих, по шкале Базиева температура становится идентичной частоте атомов газа, они равны по модулю.

Выше я уже говорил о том, что температура – это не физическая величина и тем не менее мы не можем от нее отказаться ввиду того, что она жестко связана с частотой структурных элементов вещества, а при высоких частотах много легче измерить температуру, чем частоту колебания атомов и молекул. А вот в области сверхнизких температур мы научимся измерять частоту молекул и тогда сможем обходиться без опоры на температуру.

А сейчас мы установим, совершенно объективно, что при $T_a = 0K$ атомы гелия обладают высокой частотой, $f(K)_a$:

$$\left. \begin{aligned} f_1 &= \psi_{He} \cdot 1K = 2,0828241 \cdot 10^{10} c^{-1} \\ f_1' &= -\psi_{He} \cdot (-1K) = 2,0828241 \cdot 10^{10} c^{-1} \end{aligned} \right\} \quad (201)$$

Частота атомов гелия f_1 имеет место при удалении от T_a вправо на один градус, а частота f_1' – при

удалении от T_a влево тоже на один градус. Стало быть, в точке $T_a = 0K$, расположенной между $+1K$ и $-1K$ частота составляет $f(K)_a$:

$$f(K)_a = \frac{f_1 + f_1'}{2} = 2,0828241 \cdot 10^{10} c^{-1} = const. \quad (202)$$

Сегодня криофизики уже спокойно говорят о достижении температур, очень близких к T_a . Так В.С. Эдельман приводит $T' = 4 \cdot 10^{-4} K$ [5, с.100]. Понятно, что эта температура действительно близка к нулю, но находится от нее правее, а по сравнению с $T = -1K$, она правее больше чем на один градус,

а именно – на 1,0004K. А раз так, частота атомов гелия при T' должна лежать между f_1 и f_1' . Проверим расчетом:

$$f(T') = \psi_{He} \cdot 4 \cdot 10^{-4} K = 8,3312964 \cdot 10^6 c^{-1}, \quad (203)$$

что меньше $f(K)_a$ в 2500 раз! Совершенно ясно, что такой частоте атомов гелия соответствует $T = -2500K$, а по шкале Базиева ей соответствует температура $T_B = f(T') / \psi_B = 4 \cdot 10^6 B$. Обе эти температуры лежат на тысячи градусов левее $T_a(K)$, а криофизики по сей день считают, что еще не дошли до $T_a = 0K$.

Список литературы

1. Г.Е.Валовик. Статья о жидком гелии. Физическая энциклопедия, Т.1, с.424-427, изд. «Советская энциклопедия», М., 1988г.
2. Д.Х.Базиев. Основы единой теории физики. М., Педагогика, 1994г., 640 с.
3. Н.В.Варгафтик. Справочник по теплофизическим свойствам газов и жидкостей. М., Наука, 1972г.
4. Физические величины. Справочник. М., Энергоатомиздат, 1991год. 1234 стр.
5. В.С.Эдельман. Вблизи абсолютного нуля. М., Физматлит, 2001г.
6. Свойства элементов. Справочник под редакцией М.Е.Дрица. М., Металлургия, Т. 1-2, 1997г.
7. П.Л. Капица. ЖЭТФ, Т.11, вып.1, 1941г.
8. П.Л.Капица. ЖЭТФ, Т, 11, вып. 6, 1941г.