

## **К газовым свойствам вакуума.**

**Джан П. Солонар**

**Полтавская обл. г Кременчуг**

**2018г**

### **Аннотация.**

При исследовании космического пространства был обнаружен микроволновой фон, температура которого была принята равной 2,7 К [2].

При такой температуре любая среда, состоящая из материальных частиц, должна находиться в состоянии квантовой жидкости [5]. Поэтому вакуум можно рассматривать как фотонную жидкость (ф -жидкость), состоящую из элементарных микрочастиц, то есть фотонных частиц (ф – частиц). Причем эти частицы должны представлять собой квантовые осцилляторы.

**Ключевые слова:** квантовая жидкость, фотонная жидкость.

### **Annotation.**

At research of space was discovered by microwave background the temperature of that was accepted by equal 2,7 To [2]. At such temperature any environment consisting of material particles must is in the crystalline state or in a state of quantum liquid [5], that can be presented as mixture of gas and liquid, gas liquid. Therefore a vacuum can be examined as a photonic liquid (ф -жидкость) consisting of elementary microparticless, id est photonic particles (ф - particles). Thus these particles must be quantum oscillators and, consequently, to be next characteristics.

**Keywords:** quantum liquid, photonic liquid.

Согласно [1] и другим данным постоянная Планка, полученная из законов термодинамики, определяется из выражения

$$h = 4,961 \cdot \frac{b \cdot k}{c}, \quad (1)$$

где  $b$  – постоянная Вина;

$k$  – постоянная Больцмана;

$c$  – скорость света, фотонов, в вакуумной среде.

Постоянная Вина

$$b = \lambda_m \cdot T \quad (2)$$

где  $\lambda_m$  – длина волны, соответствующая максимальному значению лучеиспускательной способности абсолютно черного тела;

$T$  – температура абсолютно черного тела, соответствующая  $\lambda_m$ .

Из выражений (1) и (2) следует, что скорость световой волны в вакуумной среде

$$c = 4,965 \cdot \frac{k \cdot T \cdot \lambda_m}{h}. \quad (3)$$

Если энергия фотона  $\varepsilon = h \nu = m_\phi \cdot c^2$ , то

$$c = \sqrt{\frac{4,965 \cdot kT}{m_\phi}}, \quad (4)$$

где  $m_\phi$  – масса фотона.

Скорость звуковых волн в газовой среде

$$v_s = \sqrt{\frac{\alpha \cdot R \cdot T}{M}} = \sqrt{\frac{\alpha \cdot N_A \cdot k \cdot T}{M}}, \quad (5)$$

Где  $\alpha = \frac{C_p}{C_v}$  - коэффициент адиабаты, для одноатомных частиц  $\alpha=1,67$ ; для двухатомных частиц  $\alpha=1,4$ ;

$R$  – универсальная газовая постоянная;

$N_A$  – число Авогадро;

$M$  - молекулярный вес газа.

Так как отношение  $\frac{M}{N_A}$  равно массе одной частицы газа, то

$$v_s = \sqrt{\frac{\alpha \cdot k \cdot T}{m_0}}. \quad (6)$$

Согласно предположениям де-Бройля, волновые свойства присущи любой элементарной частице среды, движущейся со скоростью  $v_0$  и поэтому для данной частицы длина волны Де-Бройля

$$\lambda = \frac{h}{m_0 \cdot v_0}, \quad (7)$$

где  $h$  – постоянная Планка.

В формуле (7), согласно закону распределения Максвелла, необходимо принять наиболее вероятную скорость частицы

$$v_0 = \sqrt{\frac{2k \cdot T}{m_0}}. \quad (8)$$

Исходя из выражений (7) и (8), масса частицы

$$m_0 = \frac{h}{2 \lambda_m \cdot k \cdot T} . \quad (9)$$

Следовательно, скорость звуковой волны в среде, состоящей из элементарных частиц,

$$v_3 = \sqrt{2 \alpha} \cdot \frac{k \cdot T \cdot \lambda_m}{h} . \quad (10)$$

Таким образом, как видно из выражений (3) и (10), (4) и (6), скорость световой и звуковой волн подчиняются одной и той же закономерности.

Так как выражения (1) и (10) выводились из законов термодинамики то, очевидно, можно предположить, что вакуумная среда обладает свойствами, аналогичными свойствам газовой среды, то есть плотностью, молекулярным весом, газовой постоянной, теплоемкостью и т.д.

При исследовании космического пространства был обнаружен микроволновой фон, температура которого была принята равной 2,7 К [2].

При такой температуре любая среда, состоящая из материальных частиц, очевидно, должна находиться в состоянии квантовой жидкости [5]. Поэтому вакуум можно рассматривать как фотонную жидкость (ф -жидкость), состоящую из элементарных микрочастиц, то есть фотонных частиц (ф – частиц). Причем эти частицы должны представлять собой квантовые осцилляторы и, следовательно, иметь следующие свойства.

Обладать энергией нулевых колебаний, которая должна иметь сравнительно большое значение, в связи с чем, частота нулевых колебаний этих частиц достаточно велика.

Силы взаимодействия между ф – частицами незначительны и поэтому эти частицы находятся в интенсивном движении, а их энергия должна определяться, в основном, кинетической энергией.

Распространение упругих волн в  $\phi$  – жидкости, как и в квантовой жидкости, аналогично распространению волн в сплошной среде [5] в связи с чем, распространение фотонов можно представить как движение упругих волн возмущения в фотонной жидкости.

Структура  $\phi$  – жидкости не должна оказывать влияния на распространение в ней упругих волн, если их длина превышает длину свободного пробега  $\phi$  - частиц, которая должна быть соизмерима с расстоянием между ними.

При очень малых  $\lambda$  то есть когда  $\lambda \ll l$  важную роль, по-видимому, начнет играть вязкость  $\phi$  жидкости. Причем в связи с наличием вязкости энергия фотонов при их движении будет изменяться и в конечном итоге, достигнет нулевого значения, в связи с чем и масса фотона, то есть его масса покоя, будет стремиться к нулю.

Такие энергетические параметры  $\phi$  – жидкости, как внутреннюю энергию, теплоемкость, энтропию, необходимо определять из законов квантовой теории.

Остальные параметры, такие как массу частиц, их плотность, молекулярный вес и т.д., очевидно можно находить из законов кинетической теории газов.

Во многих работах вакуумную среду представляют адиабатной системой, в связи с чем объем одного моля  $\phi$  – жидкости  $V_2$  можно найти из соотношения:

$$T_1 V_1^{\alpha-1} = T_2 V_2^{\alpha-1} \quad (11)$$

где  $T_1, V_1$  – соответственно температура и объем  $\phi$  – жидкости при нормальных условиях, то есть  $T_1=273$  К и  $V_1 = 2,24 \cdot 10^{-3}$  м<sup>3</sup>;

$T_2$  – температура  $\phi$  – жидкости, составляющая 2,7 К.

Если принять, что данная жидкость состоит из унитарных частиц, то показатель адиабаты  $\alpha = 1,67$ .

При таких значениях  $T_2$  и  $\alpha$  объем одного моля будет достигать  $V_2=22,5\text{ м}^3$ , а плотность частиц –  $n = 2,7 \cdot 10^{22} \text{ м}^{-3}$ .

Так как смещение частиц в  $\phi$  – жидкости должно подчиняться волновым уравнениям, то минимальная длина этих волн, которая будет определять и длину свободного пробега  $\phi$  – частиц [2,5]

$$\lambda_{\phi} = 1,6 \cdot \sqrt[3]{\frac{1}{n}} \quad (12)$$

При плотности  $n = 2,7 \cdot 10^{22} \text{ м}^{-3}$  длина свободного пробега  $l = \lambda_{\phi} = 5 \cdot 10^{-8} \text{ м}$ .

Если исходить из того, что энергия фотона  $h \cdot \gamma = m_{\phi} \cdot c^2$ , то масса фотона

$$m_{\phi} = \frac{h}{c^2} \cdot \gamma \quad (13)$$

Величину  $\frac{h}{c^2}$ , равную  $0,74 \cdot 10^{-50} \text{ кг}$ , можно, очевидно, представить как массу единичной элементарной длины фотона, состоящего из  $\gamma$  таких волн.

Причем, как видно из ее определения, эта масса является величиной постоянной при определенных свойствах вакуумной среды.

Избыточная плотность среды  $\rho_{\text{ж}}$ , вызванная ее движением, связана со скоростью колебательного движения частиц среды  $v$  и скоростью ее движения с соотношением

$$\rho_{\text{ж}} = \rho_0 \cdot \frac{v}{c} \quad (14).$$

Для световой волны  $c = v$ , и поэтому, если рассматривать фотон как упругую волну в  $\phi$  – жидкости, то плотность,

обусловленная ее движением, должна равняться плотности этой жидкости в состоянии покоя, то есть  $\rho_{\text{ж}} = \rho_0$ .

Согласно [2], в нашей Галактике плотность энергии света, которую можно представить как энергию упругих волн, распространяющихся в фотонной жидкости, составляет  $5 \cdot 10^{-14}$  Дж.

При скорости движения фотонов  $c = 3 \cdot 10^8$  м/с плотность ф – жидкости  $\rho = 2,2 \cdot 10^{-30}$  кг/м<sup>3</sup>. При такой плотности объем, занимаемый элементарной волной фотона, составляет  $3 \cdot 10^{-21}$  м<sup>3</sup> и, следовательно, в ней должно находиться  $\approx 10^2$  ф – частиц.

Масса этих частиц при таких условиях будет составлять  $\approx 8 \cdot 10^{-53}$  кг. В соответствии с этим, молекулярный вес фотонной жидкости  $\mu = 2 \cdot 10^{-27}$  кг / моль.

Далее можно рассмотреть свойства ф-жидкости исходя из ее квантового состояния.

При температуре ф – жидкости, равной 2,7 К, ф – частицы, очевидно, находятся в вырожденном состоянии, а их поведение должно описываться на основании статистики Бозе – Эйнштейна или Ферми-Дирака в зависимости от того, каким спином они обладают. Если предположить, что ф – частицы имеют целостный или нулевой спин, то они должны описываться статистикой Бозе – Эйнштейна. Как известно, этой статистике подчиняются системы, состоящие из фотонов, некоторых ядер, для которых не накладывается ограничение на число частиц, находящихся в данной системе на нижнем уровне.

Среднее число ф – частиц, находящихся в одном состоянии, которое называется функцией распределения Бозе – Эйнштейна [3],

$$n_i = \frac{1}{e^{\frac{h\nu - \mu}{k \cdot T}} - 1}, \quad (15)$$

согласно которой, при  $\mu \rightarrow 0$  на нижних энергетических уровнях может в среднем находиться столь угодно большое число  $\phi$  – частиц.

Среднее число этих частиц, имеющих энергии, лежащие в интервале  $\varepsilon + d\varepsilon$

$$dn = \frac{dN}{e^{\frac{h\nu - \mu}{kT}} - 1}, \quad (16)$$

а число энергетических уровней в интервале  $\varepsilon + d\varepsilon$  и в единице объема

$$dN = \frac{12\pi \nu^2 d\nu}{c^3}, \quad (17)$$

где  $\mu$  – химический потенциал  $\phi$  – частицы;

$c$  – скорость упругих волн, фотонов, в  $\phi$  – жидкости.

Внутренняя удельная энергия  $\phi$  – жидкости с точностью до нулевой энергии

$$U = \int_0^{\nu_{\max}} h\nu \, dn = \frac{2\pi h^3}{c^3} \int_0^{\nu_{\max}} \frac{\nu^3 \cdot d\nu}{e^{\frac{h\nu - \mu}{kT}} - 1} \quad (18)$$

Для характеристики состояния  $\phi$  – жидкости, поскольку она находится в вырожденном состоянии, вводится температура вырождения, которая достигает значительных величин

$$T_e = \frac{h\nu_{\max}}{k} \quad (19)$$



Так как  $\phi$  – жидкость находится при температуре  $T = 2,7$  К, которая больше нуля, но значительно меньше температуры вырождения, а среднее число  $\phi$  – частиц, находящихся на нижних уровнях, должно быть только положительным, то  $\mu$  можно принять равным нулю. Кроме того, эта величина не может убывать при уменьшении температуры и в силу того, что  $\mu < 0$  не может стать положительным.

Тогда уравнение (18) можно записать в виде [2, 5]

$$U = \frac{12 \pi \cdot h^{r_0}}{V^3} \int_0^{\infty} \frac{\gamma^3 \cdot d\gamma}{e^{\frac{h\gamma}{kT}} - 1} \quad (20)$$

Поскольку  $T_b \gg 2,7$  К и, следовательно  $h\gamma \gg kT$ , то

$$U = \frac{4 \pi^5 \cdot k^4 \cdot T^4}{15 h^3 \cdot V^3} \quad (21)$$

Согласно [5], энергия, заключенная в одном моле  $\phi$  – жидкости,  $U_{\text{ж}} = 4U$ .

При температуре  $\phi$  – жидкости, равной 2,7 К, согласно формуле (21), внутренняя энергия этой жидкости  $U = 6 \cdot 10^{-14}$  Дж/м<sup>3</sup>, а  $U_{\text{ж}} = 2,4 \cdot 10^{-13}$  Дж/моль.

Так как в одном моле  $\phi$  – жидкости находится  $6,02 \cdot 10^{23}$  частиц, то средняя энергия одной  $\phi$  – частицы  $\epsilon_0 = 4 \cdot 10^{-37}$  Дж.

Удельной плотности энергии  $U = 6 \cdot 10^{-14}$  Дж/м<sup>3</sup> при скорости фотонов  $c = 3 \cdot 10^8$  м/с соответствует плотность  $\rho = 7 \cdot 10^{-31}$  кг/м<sup>3</sup>. При этом объем, занимаемый элементарной волной фотона  $V_{\phi} \approx 10^{-20}$  м<sup>3</sup>, а его энергия  $\epsilon_{\phi} = 6 \cdot 10^{-34}$  Джс. Следовательно, в данной волне при температуре 2,7 К будет находиться  $1,5 \cdot 10^3$   $\phi$  –

частиц, а их масса  $m \approx 3 \cdot 10^{-54} \text{ кг}$ . Если энергия ф – частицы определяется только ее кинетической энергией, то тепловая скорость данной частицы  $v = 4,5 \cdot 10^8 \text{ м/с}$ , а плотность частиц  $n \approx 2 \cdot 10^{23} \text{ м}^{-3}$ . При такой удельной энергии теплоемкость ф – жидкости должна составлять  $C_v \approx 10^{-13} \text{ Дж/моль}$  или  $C_v \approx 10^{17} \text{ Дж/кг}$ .

Так как предполагается, что ф – жидкость является идеальной жидкостью, то коэффициент внутреннего трения  $\eta$  и теплопроводности  $\chi$  можно найти из выражений

$$\eta = \frac{1}{3} V \cdot \lambda \cdot \rho \quad (22)$$

$$\chi = \frac{1}{3} \cdot V \cdot \lambda \cdot \rho \cdot C_v \quad (23)$$

После подстановки численных значений в выражения (22), (23) получается, что внутреннее трение в ф – жидкости составляет  $\approx 5 \cdot 10^{-30} \text{ Н/м}$ , а коэффициент внутренней теплопроводности  $\chi = 5 \cdot 10^{-13} \text{ Дж/м} \cdot \text{град}$

Таким образом, на основании рассмотрения возможности применения законов термодинамики к определению свойств вакуумной среды, можно отметить следующие выводы:

#### Выводы.

1. Фотоны можно рассматривать как упругие волны в вакуумной среде, распространяющиеся в ней со скоростью  $3 \cdot 10^8 \text{ м/с}$ , при определенных свойствах этой среды.

2. Ф – частицы являются элементарными частицами, подчиняющимися статистике Бозе – Эйнштейна и имеющие массу  $3 \cdot 10^{-54} \text{ кг}$  при плотности  $n = 2,7 \cdot 10^{23} \text{ м}^{-3}$ .

4. Средняя удельная энергия составляет  $6 \cdot 10^{-14}$  Дж/м<sup>3</sup>, коэффициент внутреннего трения достигает  $5 \cdot 10^{-30}$  Н/м, а коэффициент теплопроводности  $-5 \cdot 10^{-13}$  Дж/м\*град.

5. Величины, характеризующие свойства ф – жидкости, определенные из законов классической термодинамики, несколько отличаются от параметров этой жидкости, определенных из законов квантовой механики.

## Литература

1. Б.М.Яворский, А.А.Детлаф. Курс физики. Том III, Волновые процессы. Оптика. Атомная и ядерная физика. Из-во “Высшая школа”, Москва, 1977.
2. С.Вейнберг. Гравитация и космология. Из-во “Мир”, Москва, 1976.
3. Л.П.Терлецкий. Статистическая физика. Из-во “Высшая школа”, Москва, 1966.
4. Б.М.Яворский, А.А.Детлаф. Справочник по физике. Из-во “Наука”, Москва, 1974.
5. А.А.Детлаф, Б.М.Яворский. Курс физики. Из-во “Высшая школа”, Москва, 1989.