

УДК 535(023)

Н.Г. ТОЛМАЧЕВ

Национальный аэрокосмический университет им. Н.Е. Жуковского, "ХАИ", Украина

МОДЕЛИРОВАНИЕ И ОЦЕНКА ФИЗИЧЕСКИХ ПАРАМЕТРОВ КВАНТА „ТЕМНОЙ” ЭНЕРГИИ

Впервые предложены модели определения и произведена количественная оценка физических параметров субстанции, именуемой „темной” энергией. Такое исследование осуществлено с использованием гипотезы би-вещества, состоящего из барионных и тахионных квантов при следующих допущениях: кванты „темной” энергии, „темной” массы и барионного (светящегося) вещества полностью заполняют условный куб Эвклидова пространства, а по энергиям, затрачиваемым этими квантами на взаимодействие друг с другом, выполняется закон сохранения энергии. Показано, что квант „темной” энергии не обладает потенциальной энергией, так как не имеет определенной геометрической формой, вследствие чего способен совместно с квантами би-вещества реализовать дискретность и непрерывность пространства.

„темная” энергия, гипотеза би-вещества, барионный и тахионный кванты, энергетические модели измерения

Введение

В начале XXI века произошло весьма важное событие: в феврале 2003 года появились на свет знаменитые «Карты Уилкинсона» как этапное явление в современном естествознании [1]. Эти карты получены на основе обработки материалов космического зонда Microwave Anisotropy Probe (МАП) по оценке распределения температуры остаточного космического излучения во всем пространстве Вселенной. На них хорошо различаются участки, отличающиеся друг от друга на 2–2,5 миллионных градуса, размеры неоднородностей примерно одинаковые, а значит, Вселенная не увеличивает одни из них и не уменьшает другие, что должно было быть в «изогнутом», как линза, пространстве, и, следовательно, пространство Вселенной является эвклидовым.

Доказано, что материя Вселенной состоит (рис. 1) на 4 % из обычного светящегося вещества и на 26% – из так называемой «темной» массы, природа которой до сих пор неизвестна.

На остальные 70 % приходится так называемая «темная» энергия тоже неизвестной природы.

Исходя из факта существования в природе наблюдаемой и оптически ненаблюдаемой материи, в

работе [3] предложена гипотеза би-вещества (рис. 2) состоящего из барионного и тахионного квантов, каждый из которых обладает потенциальной и кинетической энергиями, а часть энергии они затрачивают на взаимодействие друг с другом (рис. 2).



Рис. 1. Распределение светящегося вещества, “темной” массы и “темной” энергии во Вселенной

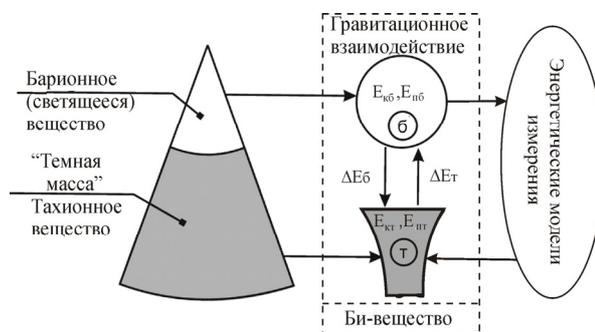


Рис. 2. Схема взаимодействия барионного (б) и тахионного (т) квантов в би-веществе: E_k и E_p – кинетические и потенциальные энергии квантов; $\Delta E_{б,т}$ – работы квантов, затрачиваемые на гравитационное взаимодействие

При этом под барионным квантом подразумевается порция барионного (светящегося) вещества, которой присущи все наблюдаемые в настоящее время физические параметры, в том числе и скорости взаимодействий, равные (или меньшие) скорости света.

Тахионный же квант представляет несветящееся

вещество “темной” массы со скоростями гравитационного взаимодействия, большими скоростей света.

На основе такого подхода и получены энергетические модели измерения физических параметров в тахионном кванте (табл. 1), идентифицируемом с „темной” массой.

Таблица 1

Энергетические модели измерения некоторых физических параметров в квантах би-вещества

Физические параметры	В барионном кванте – (светящееся вещество)	В тахионном кванте – „темная” масса
Давления	$P_{\bar{b}} = \frac{E_{\bar{kb}}^{9/2} E_{\bar{km}}^{3/2} \Delta E_{\bar{m}}^{3/2}}{E_{\bar{nb}}^{9/4} E_{\bar{nm}}^{9/4} \Delta E_{\bar{b}}^{7/2}}$	$P_m = \frac{E_{\bar{kb}}^{9/2} E_{\bar{km}}^{3/2}}{E_{\bar{nb}}^{9/4} E_{\bar{nm}}^{9/4} \Delta E_{\bar{b}}^{3/2} \Delta E_m^{1/2}}$
Температуры	$T_{\bar{b}} = E_{\bar{nb}} E_{\bar{km}} \Delta E_{\bar{b}}$	$T_m = E_{\bar{nm}} E_{\bar{kb}} \Delta E_m$
Мольные объёмы	$V_{\bar{m}\bar{b}} = \frac{E_{\bar{nb}}^{5/2} E_{\bar{nm}}^{5/2} \Delta E_{\bar{b}}^{17/4}}{E_{\bar{kb}}^3 E_{\bar{km}}^{3/4} \Delta E_{\bar{b}}}$	$V_{mm} = \frac{E_{\bar{nb}}^{5/2} E_{\bar{nm}}^{5/2} \Delta E_{\bar{b}}^{5/4} \Delta E_{\bar{b}}}{E_{\bar{kb}}^3 E_{\bar{km}}^{3/4}}$
Газовые постоянные	$R_{\bar{b}}^c = R_m^c = \frac{\Delta E_m^{1/2}}{E_{\bar{nb}}^{1/4} E_{\bar{nm}}^{1/4} E_{\bar{kb}}^{3/2} E_{\bar{km}}^{1/2} \Delta E_m^{1/2}}$	

В рамках гипотезы би-вещества предложен и новый метод использования энергетических моделей (табл. 1) для оценки основных физических параметров его квантов.

Этот метод базируется на основных законах классической механики и термодинамики, а также

достижений в оценке физических констант характеризующих барионное вещество, что и позволило определить численные значения энергий взаимодействующих квантов (табл. 1), а это в свою очередь – численные значения известных и неизвестных искомым физических параметров (табл. 2).

Таблица 2

Численные значения физических параметров барионного (б) и тахионного (т) квантов в условиях гравитационного взаимодействия

Физические параметры	Единицы измерения	Численные значения	
		в барионном кванте (б)	в тахионном кванте (т)
1	2	3	4
Энергии: – кинетическая – потенциальная – работа	Дж	$E_{\bar{kb}}=3,771279 \cdot 10^{-21}$ $E_{\bar{nb}}=9,3036834 \cdot 10^{-50}$ $\Delta E_{\bar{b}}=3,771279 \cdot 10^{-21}$	$E_{\bar{kt}}=7,7850123 \cdot 10^{71}$ $E_{\bar{nt}}=7,7850123 \cdot 10^{71}$ $\Delta E_{\bar{t}}=2,246108 \cdot 10^{-21}$
Объёмы	м ³	$V_{\bar{b}}=3,7219678 \cdot 10^{-26}$	$V_m=7,8632294 \cdot 10^{-27}$
Массы	кг	$M_{\bar{b}}=1,1295258 \cdot 10^{-12}$	$M_t=2,786545 \cdot 10^{-41}$
Плотности	кг/м ³	$\rho_{\bar{b}}=3,0347717 \cdot 10^{13}$	$\rho_t=3,5437745 \cdot 10^{-15}$
Силы взаимодействия	Н	$F_{\bar{b}}=F_t=1,1295285 \cdot 10^{-12}$	
Давления	Па	$P_{\bar{b}}=101324,92$	$P_t=285648,19$
Температуры	°К	$T_{\bar{b}}=273,151106$	$T_t=6,59445166 \cdot 10^{30}$
Газовые постоянные	Дж/кг·К	$R_{\bar{b}}^c = R_t^c = 1,2223218 \cdot 10^{-11}$	

Постановка задачи

Поскольку свойства вещества а кванте ”темной” массы оказались наблюдаемыми (см. колонку 4 в табл. 2), то наблюдаемым можно считать все би-вещество. И в представленной на рис. 1 триаде – ”темная” энергия, ”темная” масса и барионное (светящееся) вещество наблюдаемой оказалась лишь ”темная” энергия.

Для выяснения её физической сущности и некоторых её параметров используем оправдавший себя подход в гипотезе би-вещества: имея известные параметры би-вещества и энергетические модели измерения определим неизвестные свойства и параметры кванта ”темной” энергии, как наиболее крупной составляющей полного материального баланса (рис. 3)



Рис. 3. Соотношение ”темной” энергии и би-вещества в материальном балансе Вселенной

Решение задачи

Решение такой задачи осуществим из условия, что геометрия пространства евклидова [1], а кванты би-вещества и квант ”темной” энергии полностью заполняют объем правильного условного куба V_{mo} :

$$V_{mo} = V_{mэ} + V_{mm} + V_{mб}, \quad (1)$$

где $V_{mэ}$ – мольный объем, представляющий ”темную” энергию;

$V_{m б, т}$ – мольные объёмы тахионного и барионного квантов би-вещества

Величину $V_{mэ}$ можно найти из выражения (1)

$$V_{mэ} = V_{mo} - V_{mm} - V_{mб}, \quad (2)$$

поскольку численные значения V_{mm} и $V_{mб}$ найдены (см. табл. 1) с помощью энергетических моделей измерения в квантах би-вещества [4].

Значения V_{mm} и $V_{mб}$ можно определить и через геометрические формы этих квантов, представляющих собой псевдосферу и сферу [5], т.е.

$$V_{mm} = V_{mn.c} = \frac{2}{3} \pi R_{mn.c}^3, \quad (3)$$

где R_{nc} – начальный радиус псевдосферы;

$$V_{mб, т} = V_{mc} = \frac{4}{3} \pi R_{mc}^3, \quad (4)$$

где R_c – радиус сферы.

Так как численные значения V_{mm} и $V_{mб}$ уже найдены (табл. 1), то нетрудно подсчитать, что

$$R_{mn.c} = 2,2036946 \cdot 10^{-1}, \text{ м};$$

$$R_{mc} = 1,0417449 \cdot 10^{-1}, \text{ м}.$$

Исходя из принятого условия, т.е. евклидовой геометрии пространства [1], можно допустить, что все три мольных объёма $V_{mэ}$, V_{mm} и $V_{mб}$ должны полностью занять правильный куб с максимальным размером ребра, равным

$$l_{mo} = 2R_{mn.c}, \quad (5)$$

и с полным объемом

$$V_{mo} = l_{mo}^3 = 8,5613887 \cdot 10^{-2}, \text{ м}^3/\text{к моль}.$$

Воспользовавшись выражением (2), найдем искомую величину мольного объема ”темной” энергии в рассматриваемом условном кубе:

$$V_{mэ} = 5,8464648 \cdot 10^{-2}, \text{ м}^3/\text{к моль}.$$

Относительный мольный объем ”темной” энергии в элементарном кубе составляет

$$\bar{V}_{mэ} = \frac{V_{mэ}}{V_{mo}} = 0,682887,$$

т.е. 68,2887 процента от общего объема материи в геометрическом пространстве, что достаточно близко согласуется с экспериментальными данными, приведенными на рис. 1 [1].

Количественная оценка мольного объёма ”темной” энергии позволяет перейти к определению других физических параметров этой субстанции с помощью энергетических моделей измерения.

Из приведенных в табл. 1 данных следует, что работы барионного (ΔE_b) и тахионного (ΔE_t) кван-

тов не равны между собой, а значит, квант “темной” энергии должен уравновесить эту разницу, т.е. величина энергии, затрачиваемой этим квантом на взаимодействие,

$$\Delta E_{m3} = \Delta E_{mm} - \Delta E_{m0}. \quad (6)$$

Значения входящих в выражение (6) составляющих можно определить с использованием для обоих квантов газовой постоянной R^r [6]:

$$P_0 V_{m0} = M_{m0} R^r T_0 = \Delta E_{m0}, \quad (7)$$

$$P_m V_{mm} = M_{mm} R^r T_m = \Delta E_{mm}. \quad (8)$$

Поскольку M_{m0} , M_{mm} , T_0 и T_m известны (табл. 1), то используя выражение (6), нетрудно получить численное значение величины

$$\Delta E_{m3} = 918,4206 \text{ Дж/к.моль.}$$

При известном значении ΔE_{m3} по ранее полученным выражениям [3] могут быть оценены и другие физические параметры субстанции, которую именуют „темной” энергией:

– элементарный геометрический объем условного кубика

$$V_3 = \frac{V_{m3}}{N_A} = 9,7084359 \cdot 10^{-26} \text{ м}^3;$$

– длина ребра условного кубика, представляющего этот квант,

$$l_3 = V_3^{1/3} = 4,5960338 \cdot 10^{-13} \text{ м};$$

– давление в этом объеме

$$P_3 = \frac{\Delta E_{m3}}{V_{m3}} = 15708,99 \text{ Па},$$

– сила взаимодействия на гранях условного кубика

$$F_3 = P_3 \cdot l_3^2 = 3,31829227 \cdot 10^{-13} \text{ Н.}$$

Значения температуры (T_3) и массы (M_3) в рассматриваемом кванте определим с использованием постоянной Больцмана [4]

$$K_{03} = F_3 R^r = 4,0560583 \cdot 10^{-24}$$

на основе следующих зависимостей:

$$T_3 = \frac{\Delta E_{m3}}{K_{03}} = \frac{F_3 l_3}{K_{03}} = 376,00507 \text{ }^\circ\text{К}; \quad (9)$$

$$M_3 = \frac{P_3 V_0}{R^r T_3} = 3,3182924 \cdot 10^{-13} \text{ кг.} \quad (10)$$

С учетом найденных параметров “темной” энергии и ранее определенных параметров барионного и тахионного квантов би-вещества представляется возможным количественно оценить все составляющие, заполняющие мольный объем куба

$$V_{m0} = 8,56133887 \cdot 10^{-2} \text{ м}^3/\text{к моль},$$

с образующей гранью

$$l_{m0} = 4,4073892 \cdot 10^{-1} \text{ м};$$

$$V_{m0} = V_{m3} + V_{mm} + V_{m0} = 8,56133887 \cdot 10^{-2} \text{ м}^3.$$

При этом входящие в (11) составляющие объемы соответственно таковы:

$$V_{m3} = 2,2443683 \cdot 10^{-2} \text{ м}^3/\text{к моль};$$

$$V_{mm} = 4,7355759 \cdot 10^{-3} \text{ м}^3/\text{к моль};$$

$$V_{m0} = 5,8464648 \cdot 10^{-2} \text{ м}^3/\text{к моль}.$$

Геометрический объем вычислим с учетом числа Авогадро:

$$V = \frac{V_m}{N_A},$$

где V – мольный объем;

N_A – число Авогадро.

В свою очередь, полный геометрический объем условного кубика состоит, естественно, из объемов квантов, заполняющих этот кубик

$$V_0 = V_3 + V_m + V_0 = 1,4216744 \cdot 10^{-25} \text{ м}^3.$$

При этом, нормальные массы квантов с такими геометрическими объемами соответственно составляют

$$M_3 = 3,3182924 \cdot 10^{-13} \text{ кг};$$

$$M_m = 2,7866102 \cdot 10^{-41} \text{ кг};$$

$$M_0 = 1,1295303 \cdot 10^{-12} \text{ кг.}$$

Предложенные расчетные модели и приведенные вычисления позволяют впервые системно представить физические параметры кванта субстанции, именуемой “темной” энергией (табл. 3).

Таблица 3

Физические параметры кванта “темной” энергии

Физические параметры “темной” энергии	Модель измерения	Единицы измерения	Численные значения
Мольный объем $V_{mэ}$	$V_{mэ} = V_{mо} - V_{mт} - V_{mб}$	м ³ /к моль	$5,8464648 \cdot 10^{-2}$
Геометрический объём $V_э$	$V_э = \frac{V_{mэ}}{N_A}$	м ³	$9,7084359 \cdot 10^{-26}$
Давление $P_э$	$P_э = \frac{\Delta E_{mэ}}{V_{mэ}}$	Па	15708,99
Температура $T_э$	$T_э = \frac{\Delta E_{mэ}}{V_{mэ}}$	°К	376,005007
Масса $M_э$	$M_э = \frac{P_э V_э}{R^2 T_э}$	кг	$3,3182924 \cdot 10^{-13}$
Совершаемая работа, $\Delta E_{mэ}$	$\Delta E_{mэ} = M_{mэ} R^2 T_э$	Дж/к моль	918,4206
Кинетическая энергия $E_{кэ}$	$E_{кэ} = \Delta E_э$	Дж	$1,5251121 \cdot 10^{-21}$
Потенциальная энергия $E_{пэ}$	$E_{пэ} = E_{кэ} - \Delta E_э$	Дж	0
Плотность энергии	$e_э = \frac{E_{кэ}}{V_э}$	Дж/м ³	$1,5709 \cdot 10^4$

Используя полученные данные, можно впервые характеризовать квант “темной” энергии с помощью численных значений его физических параметров. В табл. 3 представлена часть из них, хотя нетрудно определить и многие другие, когда возникает потребность в решении конкретных задач.

Анализируя данные, приведенные в табл. 3, следует прежде всего отметить, что квант “темной” энергии не имеет потенциальной энергии ($E_{пэ}=0$), а вся его кинетическая энергия превращается в работу ($E_{кэ}=\Delta E_э$) на взаимодействие с квантом, имеющим форму псевдосферы.

Из этого обстоятельства можно сделать важный вывод о том, что квант “темной” энергии не имеет четкой геометрической формы, а значит, обладает возможностью заполнять все пространство, не занятое би-веществом в форме псевдосферы и сферы его квантов.

При наличии численных значений физических параметров характеризующих квант “темной” энергии, впервые представилась возможность оценить и сопоставить свойства трех основных субстанций, из которых состоит естественный мир (рис. 1 и 2), т.е. светящегося вещества, “темной” массы и “темной” энергии (табл. 4).

Используя данные, приведенные в табл. 3 и 4, нетрудно подсчитать, что квант “темной” энергии по мольному и геометрическому объему занимает 68,29% в общем материальном балансе, а на кванты светящегося вещества и “темной” массы приходится чуть больше тридцати процентов, что достаточно близко согласуется с данными, приведенными в работе [1] и представленными на рис. 3.

Обращает на себя внимание и тот факт, что в сравнении со светящимся квантом и квантом “темной” массы плотность энергии в кванте “темной” энергии наименьшая (табл. 4).

Квант “темной” энергии имеет и наиболее низкое давление ($P_э = 15708,99$ Па), что составляет почти одну седьмую от нормального атмосферного давления и почти в 20 раз меньше давления в кванте “темной” массы.

Следует также отметить, что приведенные в табл. 3 и 4 численные значения физических параметров кванта “темной” энергии с энергетической точки зрения определяются величиной работы, затрачиваемой этим квантом ($\Delta E_э$), которая по абсолютной величине существенно (более чем на 24 порядка) превышает $\Delta E_о$ и ΔE_m (табл. 4).

Таблица 4

Модели измерения и численные значения физических параметров в квантах светящегося вещества; “темной” массы и “темной” энергии

Физические параметры	Единицы измерения	В кванте светящегося вещества		В кванте “темной” массы		В кванте “темной” энергии	
		Модели определения	Численные значения	Модели определения	Численные значения	Модели определения	Численные значения
Мольный объем V_m	$\text{м}^3/\text{к моль}$	$\frac{E_{\text{пб}}^{5/2} E_{\text{нм}}^{5/2} \Delta E_0^{17/4}}{E_{\text{кб}}^3 E_{\text{кб}}^{3/4} \Delta E_0}$	$2,2414 \cdot 10^{-2}$	$\frac{E_{\text{пб}}^{5/2} E_{\text{нм}}^{5/2} \Delta E_0^{17/4}}{E_{\text{кб}}^3 E_{\text{кб}}^{3/4} \Delta E_0}$	$4,7353 \cdot 10^{-3}$	$V_{\text{мз}} = V_{\text{мз}} \cdot V_{\text{мз}} \cdot V_{\text{мз}}$	$5,8464 \cdot 10^{-2}$
Геометрический объём V	м^3	$\frac{E_{\text{пб}}^{9/4} E_{\text{нм}}^{9/4} \Delta E_0^{9/2}}{E_{\text{кб}}^{9/2} E_{\text{кб}}^{3/2} \Delta E_0^{3/2}}$	$3,7219 \cdot 10^{-26}$	$\frac{E_{\text{пб}}^{9/4} E_{\text{нм}}^{9/4} \Delta E_0^{3/2}}{E_{\text{кб}}^{9/2} E_{\text{кб}}^{3/2} \Delta E_0^{3/2}}$	$7,8632 \cdot 10^{-27}$	$V_3 = \frac{V_{\text{мз}}}{N_A}$	$9,7084359 \cdot 10^{-26}$
Давление P	Па	$\frac{E_{\text{пб}}^{9/4} E_{\text{нм}}^{3/2} \Delta E_0^{3/2}}{E_{\text{кб}}^{9/4} E_{\text{кб}}^{9/4} \Delta E_0^{7/2}}$	101324,92	$\frac{E_{\text{пб}}^{9/4} E_{\text{нм}}^{9/4}}{E_{\text{кб}}^{9/4} E_{\text{кб}}^{9/4} \Delta E_0^{3/2} \Delta E_0^{1/2}}$	285648,19	$P_3 = \frac{\Delta E_{\text{мз}}}{V_{\text{мз}}}$	15708,99
Температура T	$^{\circ}\text{К}$	$E_{\text{пб}} E_{\text{кб}} \Delta E_0$	273,15	$E_{\text{пб}} E_{\text{кб}} \Delta E_0$	$6,5944 \cdot 10^{30}$	$T_3 = \frac{\Delta E_{\text{мз}}}{V_{\text{мз}}}$	376,005007
Масса M	кг	$\frac{E_{\text{пб}}^{1/4} E_{\text{нм}}^{3/2} \Delta E_0^{1/2}}{E_{\text{кб}}^{3/4} E_{\text{кб}}^{1/2} \Delta E_0^{1/2}}$	$1,1296 \cdot 10^{-12}$	$\frac{E_{\text{пб}}^{1/4} E_{\text{кб}}^{3/2} \Delta E_0^{1/2} \Delta E_0^{1/2}}{E_{\text{нм}} E_{\text{кб}}^{3/4} E_0^{1/2}}$	$2,7865 \cdot 10^{-41}$	$M_3 = \frac{P_3 V_3}{R^2 T_3}$	$3,3183 \cdot 10^{-13}$
Совершаемая работа ΔE	Дж	[3]	$3,7712 \cdot 10^{-21}$	[3]	$2,24611 \cdot 10^{-21}$	$\Delta E_{\text{мз}} = M_{\text{мз}} R T_3$	918,4206
Кинетическая энергия E_k	Дж	[3]	$3,7713 \cdot 10^{-21}$	[3]	$7,7850 \cdot 10^{71}$	$E_{\text{кб}} = \Delta E_3$	$1,5251 \cdot 10^{-21}$
Потенциальная энергия E_n	Дж	[3]	$9,3037 \cdot 10^{-50}$	[3]	$7,7850 \cdot 10^{71}$	$E_{\text{пб}} = E_{\text{кб}} \cdot \Delta E_3$	0
Плотность энергии	$\text{Дж}/\text{м}^3$	$e_0 = \frac{E_{\text{кб}}}{V_0}$	$1,5709 \cdot 10^4$	$e_m = \frac{E_{\text{кб}}}{V_m}$	$9,9005 \cdot 10^{97}$	$e_3 = \frac{E_{\text{кб}}}{V_3}$	$1,0132 \cdot 10^5$

По параметру относительной величины энергии, затрачиваемой на взаимодействие $\left(\frac{\Delta E}{V}\right)$, квант «темной» энергии $\left(\frac{\Delta E_{\varepsilon}}{V_{m\varepsilon}}\right)$ также превышает другие материальные субстанции.

Приведенные данные свидетельствуют о том, что наиболее работоспособным является непрерывное пространство кванта «темной» энергии, которое и образует кванты би-вещества, состоящие из квантов «темной» массы и светящегося барионного вещества. Вероятно, по такой схеме и происходит процесс Большого взрыва.

Выводы

В работе впервые осуществлены моделирование и численная оценка физических параметров материи в субстанции, именуемой «темной» энергией.

Моделирование выполнено из предположения, что кванты «темной» энергии, «темной» массы и светящегося вещества со своими мольными объемами полностью занимают условный куб как элемент евклидова пространства.

Численные же значения физических параметров кванта «темной» энергии получены из условия энергетического равновесия всех трех квантов в условном мольном кубе.

Исследование свойств кванта «темной» энергии с помощью таких энергетических моделей измерения позволило установить, что в отличие от квантов «темной» и светящейся масс квант «темной» энергии:

- не обладает потенциальной энергией;
- всю свою кинетическую энергию расходует на взаимодействие с двумя другими квантами.

При этом объемная плотность кинематической энергии в кванте «темной» энергии наиболее низкая, а давление также самое низкое и составляет примерно одну седьмую от нормального;

Квант темной энергии не имеет фиксированной геометрической формы и заполняет пространство, не занятое псевдосферой (квант «темной» массы) и сферой (квант светящегося вещества), а совместно с этими квантами и реализует свойство непрерывности и дискретности пространства.

Литература

1. Ксанфомалити Л. Темная Вселенная // Наука и жизнь. – 2005. – № 5. – С. 58-68.
2. Ройзен И. Новый сюрприз Вселенной: темная энергия // Наука и жизнь. – 2004. – № 3. – С. 44-56.
3. Толмачев Н.Г. Би-вещество. Формирование энергетических моделей измерения физических параметров. – Харьков. – 2007. – 39 с. [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://ww.khal.edu/download/bi-substance.zip>.
4. Толмачев Н.Г. Метод оценки параметров физического вакуума с помощью энергетических моделей измерения // Вісті Академії інженерних наук України. – 2007. – № 3 (33). – С. 232-237.
5. Толмачев Н.Г. Модели измерения параметров би-вещества на основе геометрических свойств его квантов // Авиационно-космическая техника и технология. – 2008. – № 8 (55). – С. 167-172.
6. Лойцянский Л.Т. Механика жидкости и газа. – М.: Наука, 1987. – 356 с.
7. Толмачев Н.Г., Потапенко А.А. Влияние термодинамических условий на изменение свойств би-вещества. // Авиационно-космическая техника и технология. – 2007. – № 9 (45). – С. 147-152.

Поступила в редакцию 15.05.2008

Рецензент: д-р техн. наук, проф. В.И. Рябков, Национальный аэрокосмический университет им. Н.Е. Жуковского „ХАИ“, Харьков.