

ВОЗМОЖНЫЕ СЦЕНАРИИ РАСПАДА МАССИВНЫХ ФОТОННЫХ ПАР В НЕЙТРАЛЬНОЙ РАЗРЕЖЕННОЙ МЕЖЗВЕЗДНОЙ ПЛАЗМЕ

Мирзоева И.К.

*Мирзоева Ирина Константиновна - кандидат физико-математических наук, ведущий сотрудник,
Институт космических исследований РАН,
г. Москва*

Аннотация: данная статья продолжает серию статей, посвященных развитию “холодной” модели Вселенной – ускоренно расширяющейся Вселенной без “Большого Взрыва”. Холодная модель Вселенной основана на Теории Вакуума, как расширению Общей Теории Относительности, а так же на квантовой теории массивных фотонных пар. В работе рассматриваются возможные сценарии распада массивных фотонных пар в условиях нейтральной разреженной плазмы межзвездного космического пространства. **Ключевые слова:** холодная модель Вселенной, фотоны, массивные фотонные пары, вакуум, магнитное поле, сценарии распада массивных фотонных пар.

POSSIBLE SCENARIOS FOR THE DECAY OF MASSIVE PAIRS IN NEUTRAL RAREFIED INTERSTELLAR PLASMA

Mirzoeva I.K.

*Mirzoeva Irina Konstantinovna - Candidate of Physical and Mathematical Science,
SPACE RESEARCH INSTITUTE RUSSIAN ACADEMY OF SCIENCES
MOSCOW*

Abstract: this article continues a series of articles devoted to the development of the “cold” model of the Universe – an accelerated expanding Universe without a “Big Bang”. The cold model of the Universe is based on the Theory of Vacuum, as an extension of the General Theory of Relativity, as well as on the quantum theory of massive photon pairs. The paper considers possible scenarios of the decay of massive photon pairs in the conditions of neutral rarefied plasma of interstellar space.

Keywords: cold model of the Universe, photons, massive photon pairs, vacuum, magnetic field, decay scenarios of massive photon pairs.

ВВЕДЕНИЕ

В современной теоретической астрофизике существуют две основные модели Вселенной – “горячая” модель и “холодная” модель. Напомним, что согласно “горячей” модели считается, что, скорее всего, Вселенная начала свое развитие с так называемого “Большого Взрыва”: из некоей сингулярности бесконечно малого объема в результате взрыва начала формироваться вся материя нашей Вселенной. Ускоренное расширение всей Вселенной, рассматривается, как результат этого “Большого Взрыва”. В данной работе, как и во всех предыдущих, мы рассматриваем развитие Вселенной с точки зрения “холодной” модели. От “горячей” модели она отличается тем, что в ней не постулируется наличие некоей непонятной начальной сингулярности, требующей дополнительных объяснений, а так же в ней отсутствует утверждения о том, что был “Большой Взрыв”. И она объясняет ускоренное расширение Вселенной, не прибегая к постулированию наличия “Большого Взрыва”.

В работе [1] рассматривается модель ускоренно расширяющейся Вселенной без “Большого Взрыва”. Согласно этой модели, введенной впервые Э.Б. Глинером в работе [2], материя может находиться в двух состояниях: в вакуумной фазе, то есть в виде искомой сегодня “темной материи”, и в обычной фазе, отличной от вакуума, то есть в виде собственно материи в нашей Вселенной. Вакуум представляет из себя упругую, на квантовом уровне, среду, основными силами в которой являются силы отталкивания. Поэтому, согласно [1] и [2], давление вакуума отрицательно. Благодаря отрицательному давлению вакуум может создавать силы анти-тяготения. Именно эти силы и определяют постоянное расширение нашего пространства.

Основным уравнением состояния вакуума является уравнение, согласно которому плотность энергии вакуума ρ_v равна его отрицательному давлению:

$$\rho_v = - p_v \quad (1)$$

В уравнении для гравитационного поля в Общей теории относительности (ОТО) членом, описывающим свойства вакуума, считается космологическая постоянная λ . Согласно ОТО, λ и плотность энергии вакуума должны быть тождественны и положительны, так как необходим баланс между двумя типами состояния материи:

$$\lambda = \rho_v = -p_v \quad (2)$$

Гравитация определяется не только плотностью среды, но и ее давлением. Эффективная гравитирующая плотность в космологии определяется как:

$$\rho_{\text{eff}} = \rho + 3p \quad (3)$$

С учетом основного уравнения состояния вакуума (1), получаем:

$$\rho_{\text{eff}} = \rho_v + 3p_v = -2p_v \quad (4)$$

Вакуум сам способен влиять на расширение пространства и на плотность материи. Обратное невозможно. Материя не влияет на вакуум, поэтому наша Вселенная расширяется. Кроме того, в работе [3] показано, что наличие сколь угодно малого количества обычной материи приводит к неустойчивости исходного состояния вакуума. При рождении частиц материи из вакуума, плотность обычного вещества в нашей Вселенной возрастает. А поскольку необходим баланс плотности между вакуумной фазой материи (темной материей) и обычной материей, то это условие соблюдается при увеличении объема нашей Вселенной. Так как процесс рождения частиц из вакуума идет постоянно, а значит, плотность обычной материи растет постоянно, то и расширение нашей Вселенной происходит постоянно и с ускорением. При этом, постоянно идет процесс рождения из вакуума сверхлегких скалярных бозонов. Согласно [1], со сверхлегкими скалярными бозонами, с большой степенью вероятности, можно отождествить самые многочисленные частицы во Вселенной – фотоны. Поскольку фотон, согласно квантовой механике [4], частица векторная, а сверхлегкий скалярный бозон обязан быть скаляром, то вполне реально предположение о том, что фотоны рождаются парами. При этом, пары образуются по принципу противоположной спиральности. Логическим выводом из этих предположений является наличие массы у фотонов. В [1] масса фотонных пар – фундаментальная масса - получается как следствие из уравнений ОТО и составляет величину

$$m_0 \approx 3 \times 10^{-66} \text{ г.} \quad (5)$$

Массивные фотонные пары образуются всюду во Вселенной, однако, они квазистационарны и существуют как пары до момента их попадания в магнитное поле. В магнитном поле пары распадаются с выделением энергии. Дальнейшая судьба фотонов различна и зависит от характеристик окружающей среды. Далее мы приводим некоторые характеристики массивных фотонных пар, найденные нами как теоретическим, так и экспериментальным путем, а так же некоторые возможные сценарии распада массивных фотонных пар в условиях нейтральной межзвездной разреженной плазмы.

МАССИВНЫЕ ФОТОННЫЕ ПАРЫ И СЦЕНАРИИ РАСПАДА В НЕЙТРАЛЬНОЙ РАЗРЕЖЕННОЙ МЕЖЗВЕЗДНОЙ ПЛАЗМЕ

Фотоны – самые распространенные по численности частицы во Вселенной. Считается, что они обладают нулевой массой покоя и могут передвигаться со скоростью $c = 300\,000$ км/с. Однако, такая скорость достижима только в абсолютном вакууме, которого, как известно, практически нет нигде в природе. Привычные, постулируемые в классической физике характеристики фотона, на самом деле, являются упрощенной моделью.

В работах [1], [7] получено обобщение гидродинамической теории вакуума Глинера-Сахарова [2,3], [8] в рамках соответствующей модификация общей теории относительности (МОТО), дающей хорошее соответствие с данными наблюдений ускоренного расширения Вселенной. В [1] и [7] показано, что точное решение уравнений МОТО имеет структуру, соответствующую обобщению квантовой теории гравитации [9] (на случай учета конечной величины космологической постоянной) и из условия их точного совпадения определена масса сверхлегких скалярных бозонов $m_0 \approx 3 \times 10^{-66}$ г, непрерывно рождающихся в ходе расширения Вселенной за счет поляризации вакуума. При этом рассматривается возможность отождествления указанных скалярных бозонов с рождающимися из вакуума фотонными парами, обладающими нулевой суммарной спиральностью, которые являются носителями темной материи аналогично аксионам.

Для условий магнитных полей звездных корон, зная величину этого магнитного поля, возможно дать оценку такой характеристики массивной фотонной пары, как магнитный момент. Мы проделали такую оценку для солнечной короны.

Если предположить, что наблюдаемое коронарное рождение кванта РГ с энергией $\Delta E \approx 3keV$ обусловлено расщеплением указанной фотонной пары в магнитном поле солнечной короны $H = 100Gc(0.01Tl)$, то из соотношения $\Delta E = HM$ может быть определена следующая величина

магнитного момента фотонов, расщепляющихся фотонных пар (объемная плотность которых определяется плотностью энергии короны):

$$M = 4.8 \times 10^{-14} \frac{\text{Дж}}{\text{Тл}} \quad (6)$$

Полученная оценка (6) для магнитного момента фотона может быть учтена при интерпретации данных наблюдений в натуральных и лабораторных условиях, например, при реализации эффекта Фарадея.

Отметим, также что в [10] в связи с объяснением наблюдаемой барионной асимметрии, проведена оценка и электрического дипольного момента, сопряженного с каждой такой фотонной парой (в [10] она называется гравитоном).

Согласно теории [1] Вселенная существовала неограниченное время без какой-либо сингулярности в прошлом, связанной с Большим взрывом и какими-либо его инфляционными модификациями. При этом фотонные пары рождаются непрерывно во всем пространстве и наблюдаемое фоновое микроволновое излучение (ФМИ) тоже должно быть следствием такого процесса рождения фотонных пар из вакуума в процессе расширения Вселенной (которое по оценке [1] должно продолжаться еще 38 миллиардов лет, а затем смениться на режим сжатия).

Механизм образования ФМИ в этом случае также может быть обусловлен распадом фотонных пар в межпланетном и межгалактическом магнитном поле. Действительно, при учете (6) для соответствующей таким полям характерной величины магнитного поля $H \approx 0.765 \times 10^{-5} \text{ Гс}$ получается величина $T \approx 2.725 \text{ К}^\circ$, более известная, как температура ФМИ.

На рис. 1 приводится схема процесса распада фотонной пары в магнитном поле. Механизм этого процесса напоминает эффект Примакова, только без “посредника” в виде аксиона. В этой связи, представляет интерес проведение натуральных и лабораторных исследований указанной возможности распада фотонных пар в различных магнитных полях.

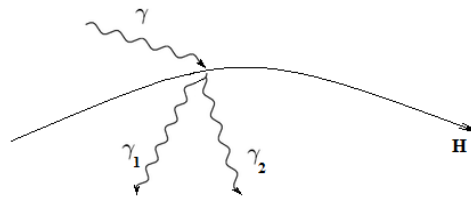


Рис. 1. Эффект распада фотонной пары в магнитном поле.

Предполагаемая фотонная пара, в действительности представляет из себя комбинацию из двух фотонов, которые, как и одиночный фотон, проявляют, как известно, как корпускулярные, так и волновые свойства, в зависимости от их энергии и свойств внешней среды. Так, чем ниже частота, выше длина волны и меньше энергия, тем свойства фотонной пары ближе к волновым, а чем выше частота, меньше длина волны и выше энергия, тем ближе к корпускулярным. При этом, именно фотонная пара является квантом электромагнитного взаимодействия. На рис. 2 приводится фотонная пара в привычных обозначениях колеблющихся векторов электрического поля E_1 и E_2 и магнитного поля H_1 и H_2 . Каждый из фотонов в паре имеет свою пару векторов E и H , которые колеблются под углом 90° относительно друг друга. Как известно, фотоны бывают как правоспиральные, так и левоспиральные. Следовательно, каждый член этой пары может обладать как правой, так и левой спиральностью. Однако, вся пара должна иметь нулевую суммарную спиральность. Поэтому пары компонуются из фотонов противоположной спиральности. Именно благодаря такой структуре происходит эффект распада фотонной пары в магнитном поле. Выявить свойства фотонной пары можно по косвенным признакам в результате взаимодействия с окружающими частицами, либо при эффекте расщепления.

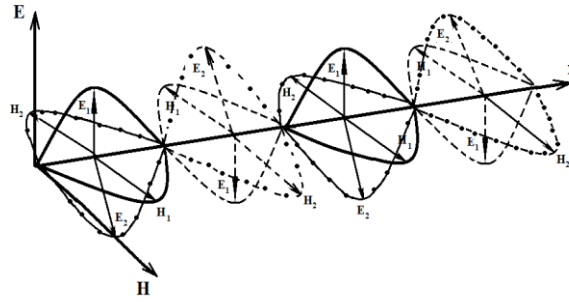


Рис. 2. Фотонная пара.

Как уже отмечалось выше, распад массивных фотонных пар происходит повсеместно в любых магнитных полях. Большая часть эффектов, происходящих при распаде, приходится на нейтральную разреженную межзвездную плазму из-за большой протяженности межзвездного пространства. Межзвездная плазма также обладает слабыми магнитными полями. Исходя из наблюдательных данных, считается, что вещество Вселенной сосредоточено в основном в звездах, в галактиках и в межзвездном газе. Все вещество распределено крайне неравномерно. Галактики образуют скопления (кластеры) с межзвездным газом в пустотах.

Однако, если рассматривать Вселенную в очень большом масштабе, например, «разбивая» ее на «ячейки» с линейным размером, превышающим 300 мегапарсек, то неравномерность структуры Вселенной уже не будет наблюдаться. Таким образом, в очень больших масштабах Вселенная является однородной и изотропной. Вот для такого равномерного распределения вещества рассчитана плотность ρ_b , которая составляет величину $\sim 3 \times 10^{-31}$ г / см³. Плотность межзвездного газа - (плазма, состоящая, в основном, из ионизированного и атомарного водорода) много меньше $\rho_g < 10^{-36}$ г/см³. В такой нейтральной разреженной плазме величина магнитного поля не превышает $10^{-12} - 10^{-9}$ Гс. Тем не менее, и в межзвездной плазме происходит распад массивных фотонных пар при встрече с магнитной силовой линией. Просто это происходит значительно реже, чем в местах с большей плотностью вещества и большими значениями магнитных полей. При этом, возможны различные сценарии распада массивной фотонной пары. Рассмотрим некоторые из них.

1. Энергия фотонов после распада массивной фотонной пары распределяется по двум каналам: часть энергии тратится на окружающую среду - диссипирует, другая часть энергии берется из начальной массивной пары. По сути - масса переходит в энергию полностью, поэтому резко уменьшается длина волны результирующих фотонов и возрастает их частота. И суммарная энергия результирующих фотонов выше, чем начальная энергия массивной фотонной пары. И тогда масса каждого из результирующих фотонов уходит в ноль, или к значениям очень близким к нулю. Если предположить, что массивные пары после распада превращаются в фотоны с нулевой массой, то мы имеем четкое соблюдение закона сохранения энергии. И это объясняет тот факт, что мы на сегодняшний день не наблюдаем фотонов с ненулевой массой.

2. После распада фотоны обладают некой массой, но масса каждого еще больше уменьшается. В среднем в два раза. Часть массы начальной пары переходит в энергию, которая диссипирует в окружающую среду, другая часть массы делится между итоговыми фотонами и так же частично переходит в энергию, в результате чего меняется длина/частота волны результирующих фотонов, однако и прежняя гигантская длина волны массивной фотонной пары и ее малая частота остаются. В итоге, результирующие фотоны обладают двумя частотами и двумя длинами волн. Одна частота - несущая - это то, что мы видим и регистрируем. Другая - модулирующая - та самая, обусловленная гигантской длиной волны. Но их суперпозиция не позволяет нам наблюдать четко вторую, поскольку составляющая с большей энергией забивает составляющую с меньшей. Схематично, можно сказать, что вектор E в волновой функции, описывающей фотон, как волну, колеблется с основной частотой и периодически еще и с модулирующей. В малых масштабах этой второй частоты вообще не будет видно так, как длина волны там огромна. И в этом случае так же соблюдается закон сохранения энергии, но придется признать, что фотонов с нулевой массой не существует в природе. Однако, этот факт пока не доказан экспериментальным путем.

ВЫВОДЫ

1. Исходя из теоретических оценок, полученных в работах [1-3] и экспериментальных данных различных миссий, использованных в работах 5, 6, [11-13] сделаны оценки ряда характеристик массивной фотонной пары.

2. В предположениях, учитывающих характеристики массивной фотонной пары, рассмотрены некоторые сценарии ее распада в нейтральной разреженной межзвездной плазме.

Список литературы / References

1. *Chefranov S.G. Novikov E.A.* Hydrodynamic vacuum sources of dark matter self-generation in accelerated universe without Big Bang. *Journal of Experimental and Theoretical Physics*. 2010. Vol. 111. № 5. P.P. 731-743.
2. *Gliner E.B.* Algebraic properties of the Energy-Momentum Tensor and Vacuum-Like States of Matter. *Journal of Experimental and Theoretical Physics*. 1966. Vol.22. №2. P.P. 378-372.
3. *Gliner E.B.* Vacuum-like state of the medium and Friedman cosmology // *Reports of the Academy of Sciences of the USSR*. 1970. Vol.192. No. 4 pp. 771-774.
4. *L.D. Landau, E.M. Lifshits.* Field theory. The science. Moscow. 1973.
5. *Mirzoeva I.K.* Reduction in the Intensity of Solar X-ray Emission in the 2- to 15-keV Photon Energy Rangy and Heating of the Solar Corona. *Plasma Physics Reports*. 2013. Vol.39. №4. P.P. 355-366.
6. *Mirzoeva I.K.* Small-Scale Structure of Thermal X-Ray Background of the Solar Corona and Microflares in the Photon Energy Range of 3-16 keV. *Plasma Physics Reports*. 2018. Vol. 44. №1. P.P.102-111.
7. *E.A. Novikov.* Vacuum response to cosmic stretching: accelerated Universe and prevention of singularity//2006.arXiv:nlin/06080050.
8. *A.D. Sakharov.* DAN USSR.1967.177. 70.
9. *Starobinsky.* *Astronomy Letters*. 1978. 4. 155.
10. *E.A. Novikov.* Ultralight gravitons with tiny electric dipole moment are seeping from vacuum// *Modern Physics Letters A*. 2016. 31. № 15. 1650092-7.
11. *Mirzoeva I.K., Chefranov S.G.* Variations in the X-ray Intensity of the Solar Corona and Heating of the Coronal Plasma in the Context of the Quantum Theory of Photon Pairs. *Plasma Physics Reports*. 2018. Vol. 44. №10. P.P. 920 - 925.
12. *Mirzoeva I.K.* Reduction in the Intensity of Solar X-ray Emission in the 2- to 15-keV Photon Energy Rangy and Heating of the Solar Corona. *Plasma Physics Reports*. 2013. Vol.39. №4. P.P. 355-366.
13. *Mirzoeva I.K.* Massive photon pairs and features of changes in the X-ray background of the solar corona and the Earth's magnetosphere. *Eurasian science journal*. 2020. №76. Vol. 2, P.P. 42-46.