

К ПРОБЛЕМЕ СВЕТИМОСТИ КВАЗАРОВ В ТЭВ-м ДИАПАЗОНЕ ЭНЕРГИЙ

ПЕТРУНЕНКО В. В.

Белорусский национальный технический университет

Проблему светимости квазаров можно решить, но для этого необходимо знание иерархического спектра стабильных зарядов, образующихся в процессе развития метagalактики. Вопрос этот не из простых, тем не менее в [1], посвященной его решению, в рамках волнового подхода получена полуэмпирическая формула

$$m_0 = m_g \cdot 10^{\lg \alpha / (\lg \epsilon)^{1/3}} \cos^2 k\pi \lg(\epsilon/2),$$

дающая иерархический спектр стабильных зарядов, где $\lg \alpha = 24,18875$; $\epsilon = r/r_{oe}$; r – радиус основного состояния планетарной системы; r_{oe} – классический радиус обращающегося в ней заряда; $m_g = 1,50465 \cdot 10^{-45}$ кг, $k = 0, 1, 2, \dots$

Отсюда, приняв $k = 2$ и исследуя приведенную функцию на экстремумы, находим следующий спектр зарядов с параметрами основного состояния ϵ .

Полученный спектр замечателен тем, что он дает три заряда, находящиеся в области калибровочной «пустыни», т. е. как раз там, где современная теоретическая физика, да и экспериментальная тоже, совершенно бессильны. Это заряды, находящиеся в позициях 1, 2 и 3. Кроме того, следует отметить, что заряды, находящиеся в четных позициях табл. 1, являются переносчиками взаимодействий. На этом основании можно предположить, что в метagalактике должны быть объекты, содержащие супертяжелые атомы, состоящие из приведенных зарядов.

Чтобы разобраться в этом вопросе, в первую очередь попробуем, опираясь на астрофизические данные, определить массу m_0 супернуклона (массу суператома). Для этого предположим, что реликты в ядре квазара действительно есть. Допустим, что это газовый конгломерат,

состоящий из N суператомов, на каждый нуклон ядра которого приходится один суперэлектрон оболочки с массой m_e , его нейтрализующий, причем такой, что $m_e \ll m_0$, либо плазменный конденсат с теми же зарядами. Тогда общая масса M_v атомов в ядре квазара $M_v = Nm_0$. Зная, что каждый суперэлектрон, имея скорость в основном состоянии v_e , создает на расстоянии r от себя индукцию $B_e = (\mu_0/4\pi)ev_e/r^2$, находим, что N таких зарядов создают на том же расстоянии индукцию $B = NB_e$. Отсюда $N = B/B_e$.

Таблица 1

№ п/п	m , кг	m , эВ	ϵ
1	$1,8594 \cdot 10^{-9}$	$1,0430 \cdot 10^{27}$	2
2	$6,618 \cdot 10^{-18}$	$3,710 \cdot 10^{18}$	4,00
3	$6,319 \cdot 10^{-23}$	$35,446 \cdot 10^{12}$	14,5
4	$1,805 \cdot 10^{-25}$	$101,3 \cdot 10^9$	50
5	$4,006 \cdot 10^{-27}$	$2,247 \cdot 10^9$	168
6	$2,501 \cdot 10^{-28}$	$140,3 \cdot 10^6$	552
7	$2,90 \cdot 10^{-29}$	$16,27 \cdot 10^6$	1800
8	$5,10 \cdot 10^{-30}$	$2,86 \cdot 10^6$	–
9	$1,18 \cdot 10^{-30}$	$0,66 \cdot 10^6$	18500

Индукцию B непосредственно измерить нельзя, но ее можно определить из следующих соображений. В сильных магнитных полях плазма неустойчива, поэтому в центральных системах с сильным магнитным полем развивается турбулентность. Записав равенство плотностей магнитной энергии и энергии турбулентного движения $B^2/2\mu_0 = \bar{\rho} v^2/2$, получим $B = v\sqrt{\mu_0 \bar{\rho}}$, где $\bar{\rho}$ – средняя плотность массы, заключенной в пределах радиуса r ; v – скорость турбулентного движения газа на этом расстоя-

нии. Собрав все формулы вместе и учитывая, что $\bar{\rho} = 3M_v/4\pi r^3$, в итоге получим

$$M_v = \frac{12\pi}{\mu_0} \frac{m_0^2}{e^2} \left(\frac{v}{v_e} \right)^2 r.$$

Приняв для квазара 3C273 $M_v = (2,31 \pm \pm 3,14) \cdot 10^{38}$ кг; $r = (1,60 \pm 0,15) \cdot 10^{14}$ м; $v = (1,43 \pm 0,06) \cdot 10^6$ м/с (подробности в [2]) и имея в виду, что скорость суперэлектрона в основном состоянии $v_e = 7,676 \cdot 10^7$ м/с, из этой формулы получим: $m_0 = 1,886 \cdot 10^{-9}$ кг. Если учесть погрешности, то $m_0 = (1,9 \pm 1,3) \cdot 10^{-9}$ кг. Согласие полученного результата с массой $m_0 = (\hbar_0 c/G)^{1/2}$, а она равна $1,8594 \cdot 10^{-9}$ кг, получилось более чем хорошее. Таким образом, астрофизические данные показывают присутствие в ядрах квазаров реликтовых зарядов, образующих суператома.

Далее предположим, что нашлась какая-то причина, производящая ионизацию этих атомов, причем такая, что за время dt во всем объеме будет ионизировано $dN = k_n N dt$ атомов, где N – исходное число нейтральных атомов, а k_n – коэффициент ионизации, равный отношению числу атомов, ионизированных в единицу времени. Поскольку процесс ионизации происходит совместно с рекомбинацией (обратным переходом суперэлектронов в основное состояние), в установившемся режиме число ионизаций равно числу рекомбинаций. Но за каждую рекомбинацию высвечивается энергия W_1 , равная энергии связи суперэлектрона в его основном состоянии. Следовательно, за время dt будет высвечена энергия $dW = W_1 dN = k_n N W_1 dt$. Отсюда мощность излучения $dW/dt = k_n N W_1$. Но так как $N = M_v/m_0$, а

$$W_1 = T = m_{0e} c^2 \left(\frac{1}{\sqrt{1 - v_e^2/c^2}} - 1 \right),$$

где T – кинетическая энергия суперэлектрона в основном состоянии, следовательно:

$$\frac{dW}{dt} = k_n \frac{M_v}{m_0} m_{0e} c^2 \left(\frac{1}{\sqrt{1 - v_e^2/c^2}} - 1 \right) = k_n \frac{M_v}{m_0} W_1,$$

где v_e – скорость суперэлектрона относительно ядра суператома.

Произведем оценки. Сначала рассчитаем энергию W_1 . Приняв, следуя иерархическим данным, $m_{0e} = 6,319 \cdot 10^{-23}$ кг = 35,446 ТэВ и $v_e = 7,676 \cdot 10^7$ м/с ($\epsilon = 14,5$), из первой формулы находим, что $W_1 = 1,9584 \cdot 10^{-7}$ Дж = 1,2224 ТэВ. Для водородоподобного атома эта энергия является максимальной энергией излучения. Следовательно, спектр излучения такого атома в первом приближении можно рассчитать по формуле

$$W_{\gamma n} = W_1 \left(\frac{1}{n^2} - \frac{1}{m^2} \right).$$

В частности, приняв $W_1 = 1,2224$ ТэВ для первой серии, получаем $W_{12} = 0,917$ ТэВ, $W_{13} = 1,086$ ТэВ и т. д. Для второй серии $W_{23} = 0,170$ ТэВ, $W_{24} = 0,229$ ТэВ и т. д. Рассчитанный порог излучения, в частности энергия излучения $W_{\gamma 1} = 0,917$ ТэВ, находится в хорошем согласии со средним пороговым значением γ -излучения $\langle W_{\gamma} \rangle = 0,9$ ТэВ, найденным путем усреднения двух пороговых энергий $W_{\gamma} = 1$ ТэВ и $W_2 = 0,8$ ТэВ, γ -квантов ТэВ-х энергий, зарегистрированных γ -телескопами разных обсерваторий от ядер квазаров и некоторых галактик [3]. Получается так, что эмпирическая оценка массы покоя суперэлектрона через энергию связи W_1 , основанная на прямых астрофизических данных, совпадает с иерархической массой последнего. Ориентируясь на этот результат, попробуем рассчитать максимально возможную мощность излучения квазара. Для этого, приняв $k_n = 1$ (1/с), переведем все атомы ядерного конгломерата в ионизированное состояние (плазмы). Затем, полагая, что масса ядра квазара, например, 3C273 $M_v = 2,31 \cdot 10^{38}$ кг, а энергия связи суперэлектрона $W_1 = 1,2224$ ТэВ, из предыдущей формулы находим, что $dW/dt = 2,433 \cdot 10^{40}$ Дж/с. Результат расчета находится в согласии с эмпирическими данными, которые показывают, что для ядра квазара 3C273 мощность излучения $dW/dt \approx 1 \cdot 10^{40}$ Дж/с, а для квазара 3C279 – $dW/dt \approx 6 \cdot 10^{40}$ Дж/с [4].

Используя эти данные, приступим к определению размеров суператома. Для этого по формуле $r_{oe} = \hbar_0 / m_{oe} c$, где $\hbar_0 = 7,6957 \cdot 10^{-37}$ Дж·с, рассчитаем сначала классический радиус суперэлектрона. Расчет показывает, что для массы $m_{oe} = 6,319 \cdot 10^{-23}$ кг (35,446 ТэВ) радиус $r_{oe} = 4,062 \cdot 10^{-23}$ м. Подставляя результат расчета в формулу $r = r_{oe} \epsilon$, где $\epsilon = 14,5$, находим, что радиус суператома $r = 5,890 \cdot 10^{-22}$ м, размер $d = 2r = 1,178 \cdot 10^{-22}$ м.

Далее предположим, что суператомы, пройдя газовую фазу, сконденсировались так, что в итоге образовался твердотельный конденсат сферической формы. Поскольку атом в S-состоянии имеет сферическую форму, радиус получившегося тела можно рассчитать по формуле

$$R = r \sqrt[3]{\frac{M_v}{m_0} k_y},$$

где $M_v / m_0 = N_a$ – общее число атомов; r – радиус атома, k_y – упаковочный коэффициент, предположительно равный 1,5 для твердого тела и значительно больше 1 для газового облака. Подставив в эту формулу числовые данные, получим $R = 3,36 \cdot 10^{-6}$ м. Размер объекта оказался очень малым. Но именно этим размером и объясняется точечность объектов γ -излучения ТэВ-х энергий. Далее предположим, что суператомы располагаются так, что магнитные поля, создаваемые суперэлектронами, просуммируются. В итоге образуется крошечный магнетонид с магнитным полем огромной индукции, которая вблизи поверхности магнетоида согласно формуле

$$B = \frac{M_v}{m_0} \frac{\mu_0}{4\pi} \frac{ev}{r^2} \frac{1}{\sqrt{1-\beta^2}}$$

равна $1,40 \cdot 10^{40}$ Тл, тогда как на расстоянии $r_t = 1,60 \cdot 10^{14}$ м, где r_t – характерный размер турбулентной области ядра квазара, $B = 6,174$ Тл. Для расстояния $r = 8,5$ кПк = $2,623 \cdot 10^{20}$ м, где находится Солнце, $B = 2,218 \cdot 10^{-12}$ Тл. Если же учесть, что полная масса галактики в пределах этого радиуса составляет $\sim 10^{42}$ кг, то $B = 1 \cdot 10^{-8}$ Тл, что полностью совпадает с эмпирическим результатом.

Таким образом, результаты исследований показывают, что в ядрах галактик и квазарах действительно есть объекты, состоящие из суператомов, в ядрах которых находятся супернуклоны массой $1,8 \cdot 10^{-9}$ кг, а в оболочке находятся суперэлектроны массой $35,5$ ТэВ/с². Присутствие таких атомов решает практически все энергетические проблемы квазаров.

ЛИТЕРАТУРА

1. Петруненко В. В. К вопросу об иерархиях взаимодействий, мегамасс и микрорезонансов // Современные теоретические и экспериментальные проблемы теории относительности и гравитации: Тез. докл. 6-й всесоюз. конф. / Под общ. ред. Я. П. Терлецкого. – М.: Изд-во УДН, 1984. – С. 345–348.
2. Петруненко В. В. Реликты метagalктики // Новые идеи и альтернативные взгляды в космологии: Сб. докл. на I всесоюз. семинаре, Самара, 10–15 июня 1990 г. – Самара, 1991. – С. 63–65.
3. Результаты наблюдений потоков γ -квантов высоких энергий, проведенных на детекторе черенковских вспышек ШАЛ в Крымской астрофизической обсерватории / О. Р. Калекин, Н. Н. Чаленко, Ю. Л. Зыскин и др. // Изв. АН. Сер. физическая. – 1999. – Т. 63. – № 3. – С. 604–607.
4. Обнаружение γ -излучения высокой энергии от квазара 3C279 с помощью телескопа EGRET на орбитальной гамма-обсерватории им. Комптона / R. C. Hartman, D. L. Bertsch, C. E. Fichtner et al. // Astrophys. J. – 1992. 385, № 1. – Pt. 2. P. L1–L4.