

О расширении Стандартной модели физики: от элементарных частиц и взаимодействий вещества (материи) к тёмной энергии/тёмной материи

Б.М. Левин

ИХФ им. Н.Н. Семёнова РАН, Москва (1964-1987);
Договор о творческом сотрудничестве с ЛИЯФ
им. Б.П. Константинова РАН, Гатчина (1984-1987);
ФТИ им. А.Ф. Иоффе РАН, Санкт-Петербург (2005-2007).

E-mail: bormikhlev@yandex.ru

— мысленный эксперимент, предложенный австрийским физиком-теоретиком, одним из создателей квантовой механики, Эрвином Шрёдингером. Автор эксперимента хотел показать неполноту квантовой механики при переходе от субатомных систем к макроскопическим.

Википедия (16 ноября 2020)

Будущая физика не удержит того странного и неудовлетворительного деления, которое сделало квантовую теорию „микрофизикой“ и подчинило ей атомные явления, а релятивистскую теорию тяготения „макрофизикой“, управляющей не отдельными атомами, а лишь макроскопическими телами. Физика не будет делиться на микроскопическую и космическую; она должна стать и станет единой и нераздельной...»

«Успехи

астрономических наук», № 2, 1933.

Alles Vernünftige ist real, alles Reale ist rational»

. W. F. Hegel

Всё разумное действительно, всё действительно разумно»

Г.В.Ф. Гегель)

СМ физики элементарных частиц пребывает в стагнации со времени формулировки концепции суперсимметрии (1971-1974), объединяющей в едином описании материю — фермионы (стабильные элементарные частицы — протон/p, электрон/e, нейтрино/n и нестабильные — с их античастицами) и бозоны (фотон/g, глюоны/g, W^\pm и Z — кванты взаимодействий фермионов).

ЛHC/БАК

в ЦЕРНе (~ 13 ТэВ), пока (2010-2020) не оправдались.

тёмная энергия и тёмная материя, составляющие ~ 96% гравитирующей массы Вселенной (~ 4% — масса обычного вещества).

СМ признаётся академическими экспертами:

Новая физика точно есть, но никто не знает где (подчёркнуто — Б.Л.) <...> ... мы знаем, что Стандартная модель неполна. Об этом говорит, например, наличие во Вселенной тёмной материи.

Не укладывается она в концепцию! Но какой будет новая физика, где её искать и как проявят себя новые физические явления, выходящие за рамки Стандартной модели — новые частицы и новые взаимодействия, — это область гипотез...» [1].

ответ-императив [2] на констатацию и позитивный вызов в цитированных строках [1] — **Проект расширения СМ с включением тёмной энергии/тёмной материи**. Но пока без ускорителей высоких энергий (коллайдеров), поскольку потребуется почти на порядок большая энергия коллайдера для подтверждения результатов и оценок «тихой физики»; возникает и новое направление коллайдера для решения проблем объединения микрофизики и астрофизики (актуальный пример — Проект NICA в Дубне).

Проекта новой (дополнительной) $G\hbar/ck$ -физики «снаружи» светового конуса восходит к аномалии временных спектров аннигиляции β^+ -распадных позитронов (β^+ -позитрония) от источника позитронов ^{22}Na в газообразном неоне естественного изотопного состава ($\sim 9\% \text{ } ^{22}\text{Ne}$) и к аномалии аннигиляции в неоне β^+ -ортопозитрония, полученной с другой методикой и источником позитронов ^{64}Cu ; наблюдалась также аномалия в прецизионных измерениях времени жизни β^+ -ортопозитрония с источником ^{68}Ga (см. ниже).

Физика снова стала экспериментальной наукой... <...>

, в полосу неизвестного. Интересное время, однако утверждать, что через пять лет точно будет прорыв, нельзя. Но и что его не будет — тоже» [1].

ольшими энергиями и мощностями коллайдеров, оставил, если так можно сказать, «в тылу» не замеченный мировым экспертным сообществом уникальный критический эксперимент тихой физики, выполненный «на столе» [3].

во всей полноте наблюдать в прямом эксперименте на коллайдерах — сущности, имеющие планковскую массу $\pm M_{Pl} = \pm(\hbar \cdot c/G)^{1/2} \cong 1,2209(1) \cdot 10^{19}$ ГэВ/ c^2 : двузначная (\pm) твердотельная, пространственноподобная структура атома дальнего действия/АДД⁽⁺⁾\АДД⁽⁻⁾ с числом ячеек/узлов $N^{(3)} \sim 10^{19}$ и ядром АДД⁽⁺⁾\АДД⁽⁻⁾ — $\bar{n} \cong 5,3 \cdot 10^4$ (феноменология) [2]. Планковская масса (энергия) не может быть реализована коллайдерами будущего, но возможно наблюдение резонанса, связанного с ядром АДД⁽⁺⁾\АДД⁽⁻⁾ ($\bar{n} \cdot m_p \cong 5,3 \cdot 10^4 \cdot 938,3$ МэВ; m_p — масса квазипротона, наряду с массами квазиэлектрона m_e и квазинейтрино $m_{\bar{\nu}_e}$ в узлах твердотельной решётки АДД⁽⁺⁾\АДД⁽⁻⁾ при энергии коллайдера порядка 100 ТэВ (с учётом двузначности \pm).

$G\hbar/ck$ -физики

«снаружи» светового конуса

β^+ -распадных позитронов с источником позитронов ^{22}Na (Y_n - Y_a задержанные совпадения; Y_n — ядерный гамма-квант, Y_a — один из аннигиляционных гамма-квантов) впервые наблюдался характерный излом ("shoulder«— «плечо») при аннигиляции квазисвободных позитронов с энергией ниже порога образования позитрония (I — 6,8; I — минимальная энергия ионизации атома, 6,8 эВ — энергия связи позитрония). Плечо обусловлено резким ростом эффективного числа электронов атома Z_{eff} , участвующих в аннигиляции при замедлении позитронов в упругих столкновениях с атомами газа [4].

с источником позитронов ^{22}Na .

отсутствие, точнее — размытие плеча на диаграммах неона и предпринята проверка этой визуальной особенности аннигиляционных диаграмм неона в ряду гелий-неон-аргон. Диапазон временного спектрометра и давления газов позволили наблюдать также ортопозитрониевую компоненту временных спектров аннигиляции ($^{\text{T}}\text{Ps}$, спин 1), интенсивность которой может влиять на форму плеча.

$f_{\text{Ne}} = (28 \pm 3)\%$ и аргоне $f_{\text{Ar}} = (30 \pm 3)\%$ с учётом статвеса основных состояний ($^{\text{T}}\text{Ps} : ^{\text{S}}\text{Ps} = 3:1$) орто- и парапозитрония ($^{\text{S}}\text{Ps}$, спин 0) [6].

неоне как парадоксального резонанса ядерного Y_{π} -кванта в системе $^{22}\text{Na}(3^+) \rightarrow ^{22^*}\text{Ne}(2^+)$ -газообразный (!) неон $\sim 9\%$ $^{22}\text{Ne}(0^+)$, был реализован критический эксперимент, результаты которого подтвердили гипотезу. В образцах газообразного неона, обеднённых изотопом ^{22}Ne , наблюдался изотопный эффект («изотопная аномалия») при давлениях газа 75 атм. и 50 атм. — явное проявление плеча в неоне и возрастание почти вдвое $(1,85 \pm 0,1)$ интенсивности f_{Ne} долгоживущей, ортопозитрониевой компоненты временных спектров.

[2,3] является основой феноменологии **расширения СМ**, поскольку **в рамках Стандартной модели изотопный эффект исчезающе мал — 10^{-7} - 10^{-6}** .

β^+ -позитрона (β^+ -позитрония — суперсимметричных пара- β^+ - $^{\text{S}}\text{Ps}$ и орто-суперпозитрония β^+ - $^{\text{T}}\text{Ps}$ [10]) и осцилляции β^+ - $^{\text{T}}\text{Ps}$ «наружу» светового конуса (в зазеркалье; в отличие от позитронов, рождённых в квантовоэлектродинамическом/КЭД процессе образования e^+e^- -пар — КЭД- e^+ и КЭД-позитрония (КЭД- Ps).

топологического квантового перехода в β^+ -распаде ^{22}Na типа $\Delta J^{\pi} = 1^{\pi}$ с выходом физических взаимодействий в область пространства-времени, которую СМ квалифицирует, как абсолютно удалённое («снаружи» светового конуса). Нет противоречия с принципом причинности, поскольку реализуется локальная причинность для физического наблюдателя в аналоговой форме с участием β^+ - $^{\text{T}}\text{Ps}$.

КЭД- $^{\text{T}}\text{Ps}$ [11] (по К. Попперу) возродилась, но в ином статусе: единственная возможность — пространственноподобная структура атома дальнего действия/АДД «снаружи» светового конуса вместо контрпродуктивной феноменологии «тахиион», и β^+ -позитроний в этих условиях является аналоговой формализацией статуса физического наблюдателя [12]. Термин «зазеркалье» введён вместо термина «зеркальная Вселенная», подчёркивая отличие от концепции зеркальной Вселенной, принятой в [11].

человек/*Homo sapiens* действует «внутри» светового конуса и только иррациональные стороны его сознания (подсознание, сверхсознание) реализуются в двузначной (\pm) вакуумной структуре $\text{АДД}^{(+)} \setminus \text{АДД}^{(-)}$ [12²⁰¹⁸]. Соответствующий механизм

возможен вследствие взаимодействия АДД⁽⁺⁾ с веществом (материей).

N = 2 КЭД —

полное вырождение для пара- и орто-суперпозитрония («... in the case of the supersymmetric N=2 QED we find complete degeneracy for para- and ortho-positronium [10]); кроме этого, отсутствие расщепления основных состояний ^SPs и ^TPs в КЭД — $DW = T_W - S_W \cong 8,4 \cdot 10^{-4}$ эВ («... we find no splitting between ortho- and para-positronium in the N=2 supersymmetric QED" [10]) можно трактовать, как температурную неопределённость $\Delta W \cong 8,4 \cdot 10^{-4} \text{eV} \cong 8,4 \cdot 10^{-4} \text{eV} \cdot 11640^\circ / \text{eV} \cong \Delta 10^\circ$ доли β^+ -позитронов, образующих суперсимметричный β^+ -позитроний f_{Ne} в условиях экспериментов лабораторий [3,6-9].

ых

спектрах неона по данным разных лабораторий [3, 6-9] могут быть связаны с температурой образцов газа при получении временных спектров, т.е. в этих измерениях необходим контроль и стабильность температуры помещения лаборатории.

$f_{Ne} = (55 \pm 6)\%$ и аргоне $f_{Ar} = (36 \pm 6)\%$ другим методом с источником позитронов ⁶⁴Cu (в отсутствии электрического поля, E = 0) [13]. Фактор ~ 2 очевиден в отношении неона при сравнении значений f_{Ne} , полученных временным методом и методом спектрометрии аннигиляционных γ_α -квантов в электрическом поле.

$\tau_{T_{Ps}} \cong 1,4 \cdot 10^{-7}$ с) в свободном состоянии аннигилирует

на нечётное число гамма-квантов

$${}^T P_s \rightarrow 3\gamma_\alpha, 5\gamma_\alpha, \dots$$

γ_α -квантов, парапозитроний —

на чётное

$${}^S P_s \rightarrow 2\gamma_\alpha, 4\gamma_\alpha, \dots$$

суперсимметричный бозон U, то аннигиляция ортопозитрония на один гамма-квант возможна с вероятностью

$$B({}^T P_s \rightarrow \gamma_\alpha U) = 3,5 \cdot 10^{-8} \cdot (1 - x^4),$$

$x = m_U / m_e \rightarrow 0$, если масса бозона U равна массе ядра АДД⁽⁺⁾ ($\bar{n} \cdot m_p$).

^TPs с U вклад одноквантовой аннигиляции определяется величиной

$$B \cdot \bar{n} = 3,5 \cdot 10^{-8} \cdot 5,3 \cdot 10^4 \cong 1,9 \cdot 10^{-3} (0,19)\%$$

$\Delta\lambda_T$, полученным в работах мичиганской лаборатории [15,16] (« λ_T -аномалии») при сравнении с теорией (КЭД)

$$\Delta\lambda_T / \lambda_T = \lambda_{T(exp)} - \lambda_{T(theor)} / \lambda_T = (0,19 \pm 0,02)\%^{15}; (0,14 \pm 0,023)\%^{16}$$

Arthur Rich, 1938-1990) в итоге эксперимента с дополнительным электрическим полем [17], группа отказалась от полученных ранее результатов прецизионных измерений [15,16].

вертикальное электрическое поле действует против силы гравитации, подавляя установленный ранее [15,16] эффект.

связь гравитации

с электричеством, о чём впервые заявил ещё М.Фарадей (см. в [19]).

β^+

распадных β^+ -позитронов и β^+ -позитрония в газообразном неоне с источником позитронов ^{22}Na следует рассматривать с позиций реализации концепции суперсимметрии в «условиях резонанса» системы $^{22}\text{Na}(3^+) \rightarrow ^{22}\text{Ne}(2^+)$ -газообразный неон (!) $\sim 9\% ^{22}\text{Ne}(0^+)$, поскольку во всех наблюдавшихся проявлениях аномалий неона [3,6-9] и расхождениях эксперимента с теорией в прецизионных измерениях времени жизни β^+ - $^{\text{T}}\text{Ps}$ [15,16] использовались β^+ -распады типа $\Delta J^\pi = 1^\pi$ (^{22}Na , ^{64}Cu , ^{68}Ga).

β^+ -распадов типа $\Delta J^\pi = 1^\pi$ в «условиях резонанса» системы $^{22}\text{Na}(3^+) \rightarrow ^{22}\text{Ne}(2^+)$ -газообразный неон $\sim 9\% ^{22}\text{Ne}(0^+)$ основано на космологических идеях Э.Б. Глинера:

Физическое истолкование некоторых алгебраических структур тензора энергии-импульса позволяет предположить, что возможна форма вещества, названная m -вакуумом, макроскопически обладающая свойствами вакуума. <...> Ввиду множественности сопутствующих систем отсчёта нельзя ввести понятия локализации элемента вещества m -вакуума, и, следовательно, понятий частицы и числа частиц m -вакуума в некотором объёме, понимая под частицей объект, выделенный в классическом смысле в отношении остальной „части“ вещества. Подобным же образом **нельзя ввести классическое понятие фотона**» [20] (подчёркнуто — Б.Л.).

Проекте новой (дополнительной) Gh/ck -физики «снаружи» светового конуса вместо фотона обсуждается постулированный ранее нотоф γ^0 — «... безмассовая частица с нулевой спиральностью, дополнительная по своим свойства фотону. Во взаимодействиях нотоф, как и фотон, переносит спин 1» [21] и дополнительная мода одноквантовой аннигиляции β^+ - $^{\text{T}}\text{Ps}$ может быть представлена так

$$\beta^+ - ^{\text{T}}\text{Ps} \rightarrow (\gamma_\alpha^0 + 2\gamma')U^\pm,$$

U^\pm — АДД(+)\АДД(-), γ_α^0 — реальный нотоф с энергией $E_{\gamma_\alpha^0} \cong 1,022 \text{ МэВ}$, а $2\gamma'$ — фотоны (нотифы) зазеркалья с суммарной энергией $E_{2\gamma'} \cong 8,4 \cdot 10^{-4} \text{ эВ}$.

Проекта новой (дополнительной) Gh/ck -физики «снаружи» светового конуса изложены в монографии автора [19].

гравитационного (r_G) и электромагнитного (r_{em}) взаимодействий ($r_G, r_{em} \rightarrow \infty$) с радиусами сильного (r_{str}) и слабого (r_w) взаимодействий ($r_{str} \sim 10^{-13} \text{ см}$, $r_w \sim 10^{-16} \text{ см}$).

атома дальнего действия АДД(\pm), сопутствующие образованию β^+ - $^{\text{T}}\text{Ps}$, могут сосуществовать только в состоянии пошагового ($\Delta \cong 5,5 \cdot 10^{-2} \text{ см}$) стохастического взаимного вращения, и их ядра АДД(+) и АДД(-) противоположных знаков в гравитационном поле расходятся

по вертикали на расстояние $r_{str} = g \cdot \tau_{Ps}^2$, где g — ускорение свободного падения.

$g_{DM} \geq 10 \text{ см/с}^2$ (планеты и достаточно крупные астероиды) АДД(\pm) реализуется, как тёмная материя (Dark Matter) вследствие обменного взаимодействия АДД(\pm) путём $\bar{p} - \bar{p}$ -обмена с веществом носителя; в гравитационном поле $g_{DE} \leq 10 \text{ см/с}^2$ (малые астероиды, космическая пыль) вещество носителя не может удержать АДД(\pm), поскольку квазипротоны в ядре АДД($+$) компенсированы ядром АДД($-$) противоположного знака, и АДД(\pm) распространяется как тёмная энергия (Dark Energy).

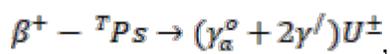
Na, ^{64}Cu , ^{68}Ga представляют множество β^+ -распадов типа $\Delta J^\pi = 1^\pi$.

^{12}C (19,48 с), ^{12}N ($\sim 10^{-2}$ с), ^{14}O (71,3 с), ^{18}F (109,87 м), ^{21}Na (23,0 с), $^{22}\text{Mg}/^{22}\text{Na}$ (2,58 л), ^{23}Mg (12,1 с), ^{26}Si (2,1 с), ^{27}Si (4,33 с), ^{28}P (0,28 с), ^{29}P (4,19 с), ^{30}S (1,4 с)/ ^{30}P (2,497 м), ^{31}S (2,61 с), ^{32}Cl (0,306 с), ^{35}Ar (1,804 с), ^{37}K (1,25 с), ^{38}K (7,67 м), ^{40}Sc (0,179 с), ^{43}Sc (3,84 ч), ^{47}V (32,0 м), ^{51}Mn (45,0 м), ^{53}Fe (8,5 м), ^{54}Co (1,5 м), ^{55}Co (17,53 ч), ^{57}Ni (36,5 ч), ^{59}Cu (81,5 с), ^{60}Cu (23,4 м), ^{61}Zn (1,475 м), ^{62}Zn (9,33 ч)/ ^{62}Cu (9,76 м), ^{63}Zn (38,47 м), ^{64}Ga (2,5 м), ^{65}Ga (15,2 м)/ ^{65}Zn (245,7 дн), ^{66}Ge (2,7 ч)/ ^{66}Ga (9,57 ч), ^{67}Ge (18,7 м), ^{68}Ga (67,7 м), ^{73}Se (7,1 ч), ^{74}Br (36 м), ^{75}Br (100 м), ^{76}Br (16,2 ч), ^{77}Kr (1,185 ч)/ ^{77}Br (58,0 ч), ^{78}Br (6,5 м), ^{79}Rb (20,9 м)/ ^{79}Kr (34,92 ч), ^{80}Br (17,55 м), ^{80}Rb (34 с), ^{81}Rb (31,5 м), ^{82}Rb (6,3 ч) ^{83}Sr (32,9 ч), ^{85}Y (35 м), ^{86}Y (14,6 ч), ^{87}Y (80 ч) —

Если бы группой симметрии была группа $SU(3)_L \times SU(3)_R \times U(1)_L \times U(1)_R$, то должен был бы существовать девятый псевдоголдстоуновский бозон. Его отсутствие — прямое экспериментальное доказательство несохранения киральности (отсутствия инвариантности относительно $U(1)_{L-R}$ в квантовой хромодинамике» [22].

давно заметил Р. Фейнман («...следуя предложению Гелл-Манна»), «... теория Янга-Миллса явно не занимается безмассовым полем, которое должно было бы уходить из ядра и быть заметным. Поэтому теоретики не исследовали внимательно безмассовый случай» [23].

Gh/ck -физики «снаружи» светового конуса означала бы существование дополнительной моды аннигиляции ортопозитрония, образованного β^+ -распадными позитронами в «условиях резонанса»



вещественный (материя) ингредиент атома дальнего действия U^+ вместе с компенсирующей структурой (тёмная энергия/тёмная материя) зазеркальях U^- мог бы претендовать на роль девятого безмассового псевдоголдстоуновского бозона спина 1 со всеми вытекающими из этого следствиями восстановления киральности в конечном состоянии β^+ -распада типа $\Delta J^\pi = 1^\pi$.

КХД не нарушает конфайнмент «цвета», однако сохраняет фундаментальный статус сильного ядерного взаимодействия, когда его носителем является квазипротон U^\pm в узлах U^\pm .

Схемы постановки решающего эксперимента

Сравнительное наблюдение временных спектров аннигиляции позитронов методом задержанных γ - γ -совпадений от β^+ -распада ^{22}Na в газообразном неоне естественного изотопного состава высокой чистоты в окрестности нормальной температуры ($\sim 300\text{ K}$) в интервале температур $\pm 10^\circ$ при термостатировании газа (измерительной камеры) с точностью $\sim 1^\circ$. Предполагается наблюдать температурный резонанс: высокую интенсивность ортопозитрониевой компоненты временных спектров (I_2) на «хвостах» температурного диапазона. По мере удаления от «пика» температурного резонанса предполагается рост I_2 (до 2 раз) и, соответственно (после вычитания вклада ортопозитрониевой компоненты), всё более чёткая визуализация «плеча» (аннигиляция квазисвободных позитронов), т.е. нормализация по этому критерию положения неона в ряду инертных газов в экспериментах (США, Россия, Англия, Канада), в которых температура образцов и лабораторных помещений не фиксировалась.

Сравнительное наблюдение временных спектров аннигиляции позитронов методом задержанных γ - γ -совпадений от β^+ -распада ^{22}Na в газообразном неоне естественного изотопного состава высокой чистоты при температуре, близкой к «пиковой» (см. п.1), в электрическом поле напряженностью $\sim 4\text{ кВ/см}$, ориентированном **параллельно** и **перпендикулярно** тяготению. При этом необходимо сохранить геометрические параметры измерительной камеры и давления неона близкими к условиям измерений в критическом эксперименте [3].

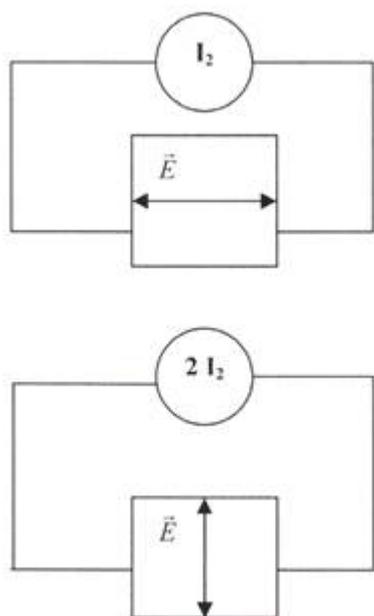


Схема решающего эксперимента: существует ли «»
(М.Фарадей)?

I_2 — интенсивность ортопозитрониевой компоненты временного спектра аннигиляции позитронов для неона естественного изотопного состава ($\sim 9\% \text{ } ^{22}\text{Na}$ — «условия резонанса») при комнатной температуре в постоянном электрическом поле $\vec{E} \sim 4\text{ кВ/см}$, перпендикулярном силе тяжести.

$2I_2$ — то же в электрическом поле $\vec{E} \sim 4\text{ кВ/см}$, параллельном силе тяжести (удвоение).

Поскольку в обосновании температурного резонанса интенсивности ортопозитрониевой компоненты временных спектров аннигиляции позитронов от источника в неоне присутствует

тяжёлое нейтрино (~ 17 кэВ), что можно представить в теории как истинно нейтральный фермион [24], $G\hbar/ck$ « » реализует квантовой теории поля П. Дирака и Э. Майорана.

Библиографический список

1. **Рубаков В.А.** : . «Кот Шрёдингера», № 1 (42), октябрь 2020 г
2. **Levin B.M.** . Progress in Physics, v.13(1), p.11, 2017 <http://www.ptep-online.com> ; Левин Б.М. β^+ Евразийский научный журнал, № 10, 2020 www.JournalPro.ru
- 3 . **Левин Б.М., Коченда Л.М., Марков А.А., Шантарович В.П.** Временн е спектры аннигиляции позитронов (22) в газообразном неоне различного изотопного состава. ЯФ, т.45(6), с.1806, 1987. **Levin B.M., Kochenda L.M., Markov A.A., and Shantarovich V.P.** (22) . Sov. J. Nucl. Phys., v.45(6), p.1119, 1987.
4. **Tao S.J., Bell J., and Green J.H.** . Proc. Phys. Soc. v.83(3), p.453, 1964.
5. **Osmon P.E.** . Phys. Rev., v. B138, p.216, 1965.
6. **Goldanskii & Levin**, Institute of Chemical Physics, Moscow (1967): in Atomic Energy Review. Table of positron annihilation data, Ed. by B.G. Hogg and C.M. Laidlaw and V.I. Goldanskii and V.P. Shantarovich, IAEA, Vienna, 1968, v.6, p.p. 154, 171, 183.
7. **Canter K.F., Roellig L.O.** II . Phys. Rev., v.A12(2), p.386, 1975.
8. **Coleman P.G., Griffith T.C., Heyland G.R., Killen T.L.** J. Phys., v.B8, p.1734, 1975.
9. **Mao A.C., Paul D.A.L.** . Canad. J. Phys., v.53, p.2406, 1975.
10. **Di Vecchia P. and Schuchhardt V.** $= 1$ $= 2$. Phys. Lett., v.B155(5,6), p.427, 1985.
11. **Glashow S.L.** Positronium versus the mirror Universe. Phys. Lett., v.B167(2), p.35, 1986.
12. **Левин Б.М.** Физический наблюдатель в Проекте новой дополнительной $G\hbar/ck$ физики снаружи светового конуса Современные научные исследования и инновации. № 6(74), июнь 2017 <http://web.snauka.ru/issues/2017/06/83691>; **Левин Б.М.** () () $G\hbar/ck$ « » Современные научные исследования и инновации. № 1(81), январь 2018 <http://web.snauka.ru/issues/2018/01/85682>
13. **Marder S. Hughes V.W.** and Phys. Rev., v.103(5), p.1258, 1956.
14. **Fayet P. and Mezard M.** U, i

Phys. Lett., v.B104(3), p.226, 1981.

15. **Westbrook C.I., Gidley D.W., Conti R.S., and Rich A.**

:

Phys. Rev. Lett., v.58(13), p.1328, 1987;

Westbrook C.I., Gidley D.W., Conti R.S., and Rich A.

Phys. Rev., v.A40(10), p.5489, 1989.

16. **Nico J.S., Gidley D.W., and Rich A., Zitzewits P.W.**

Phys. Rev. Lett., v.65(11), p.1344, 1990.

17. **Vallery R.S., Zitzewitz P.W., and Gidley D.W.**

Phys. Rev. Lett., 2003, v.90(20), p.203402.

18. **Котов Б.А., Левин Б.М., Соколов В.И.**

«

». Препринт 1784 ФТИ им. А.Ф. Иоффе РАН, СПб, 2005. **Kotov B.A.,**

Levin B.M., Sokolov V.I.

:

<http://arXiv:quant-ph/0604171>

19. **Левин Борис** ОРТОПОЗИТРОНИЙ и НОВАЯ (дополнительная) *Gh/ck* -ФИЗИКА. LAP LAMBERT Academic Publishing RU ISBN 978-620-0-32558-7

20. **Глинер Э.Б.**

ЖЭТФ, т.49(2/8), с.542, 1965.

21. **Огиевецкий В.И., Полубаринов И.В**

ЯФ, т.4(1),

с.216, 1966.

22. **Рубаков В.А.** Классические калибровочные поля. Теории с фермионами. Изд. 2^о, М., «НАУКА», 1997.

23. **Feynman R.**

. Acta Phys. Pol., v.24(2), p.697, 1963.

24. **Majorana E.**

Nuovo Cimento, v.14 (4), p.p.171-

184, 1937. Перевод с итал.: Э. Майорана.

. ЭЧАЯ,

т.34(1), с.с.240-256, 2003.