

Низкоэнергетические Ядерные Трансмутации и Закон Сохранения Моменты Количества Движения

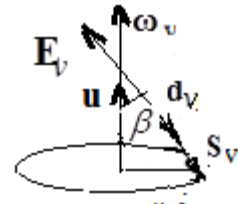
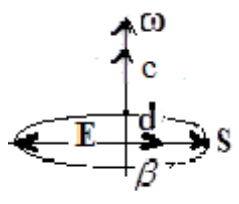
Введение

В 1949 году лауреат Нобелевской премии Фейнман выдвинул гипотезу о создании квантовыми объектами, являющимися особенностями в электрических или магнитных полях, виртуальных фотонов (по существу, спиновых вихрей) в физическом вакууме [1]. Эта гипотеза согласуется с эффектом Барнетта [2]: ориентация спинов свободных электронов (намагничивание) вещества при его вращении. В гипотезе Фейнмана спин квантового объекта S_q может создать ориентацию, то есть прецессию (с частотой ω_v) спинов объектов, составляющих физический вакуум (согласно модели Планка, Эйнштейна и Штерна [3, 4], - атомные (квантовые) осцилляторы), образуя таким образом спиновый вихрь такими объектами являются.

$$\omega_v \uparrow \uparrow S_q. \quad (1)$$

На Рис.1 приведены характеристики фотона (основываясь на данных виртуального фотона и экспериментов [5, 6].

Примечание. В 2020 китайские учёные Ли Хао и др. [7] экспериментально подтвердили правомерность гипотезы Фейнмана. В среде, обладающей внутренним моментом количества движения, они обнаружили возможность образования "квантованных сверхтекучих вихревых линий под действием аксиальных потоков."

 виртуальный фотон	 фотон
Рис.1(а). Характеристики виртуального фотона. ω_v частота, S_v - спин, d_v - электрический дипольный момент, E_v электрическая составляющая, u-скорость, $\sin \beta = u/c$, (2)	Рис.1(б). Характеристики фотона. ω - частота, S - спин, c - скорость, d - электрический дипольный момент, E - электрическая составляющая, β - угол дефлексии. $\beta = \pi / 2$.

Из уравнения (2) и Рис.1 следует что при $u=c$ виртуальный фотон превращается в фотон. Следовательно, при скорости квантового объекта равной скорости света квантовый объект излучает фотон, что и наблюдается в эффекте Черенкова [8].

Этот излучаемый фотон будет обладать следующими свойствами. Размер фотона равен размеру виртуального фотона, то есть, согласно гипотезе Фейнмана, размер фотона равен длине волны λ_q квантового объекта, создавшего этот виртуальный фотон. Длина волны λ_q

и частота ν излучаемого фотона равны: [9], $\lambda_q = \hbar / (m_q c)$, $\nu = U_q / \hbar$. В общем случае, когда энергию квантового объекта можно представить в виде суммы кинетической энергии $m_q c^2$ и некинетической U , справедливо: $\nu \lambda_q = c + U / (m_q c)$. В то же время для электромагнитного излучения произведение частоты излучения на его длину волны равно c . Следовательно, виртуальный фотон, превращаясь в фотон, создаёт в физическом вакууме γ - излучение.

1. Характеристики виртуальных фотонов

Виртуальный фотон, являясь спиновым вихрём в физическом вакууме и подобно спиновым вихрям характеризуются следующими соотношениями [10]:

$$\mathbf{d}_v \uparrow \uparrow \mathbf{S}_v \quad (3)$$

$$\mathbf{d}_v \uparrow \downarrow \eta \mathbf{u}, \quad (4)$$

$$\text{где } \eta = \begin{cases} 1, & \text{для положительно заряженного квантового объекта,} \\ -1, & \text{для отрицательно заряженного квантового объекта.} \end{cases}$$

Энергетические характеристики виртуальных фотонов, связанные с электрическими дипольными моментами: сила $\mathbf{F}_v$, энергия W_v , $\mathbf{M}_v$ [11].

$$\mathbf{F}_v = \begin{cases} k\mathbf{d}_{v1}\mathbf{d}_{v2}/r^4 - \text{притяжение при } \mathbf{d}_{v1}\uparrow\downarrow\mathbf{d}_{v2} (k=3) \text{ или } \mathbf{d}_{v1}\rightarrow\rightarrow\mathbf{d}_{v2} (k=6) \\ k\mathbf{d}_{v1}\mathbf{d}_{v2}/r^4 - \text{отталкивание при } \mathbf{d}_{v1}\uparrow\uparrow\mathbf{d}_{v2} (k=-3) \text{ или } \mathbf{d}_{v1}\leftarrow\leftarrow\mathbf{d}_{v2} (k=-6) \end{cases} \quad (5)$$

$$W_v = \left((\mathbf{d}_{v1}\mathbf{d}_{v2})r^2 - 3(\mathbf{d}_{v1}\mathbf{r})(\mathbf{d}_{v2}\mathbf{r}) \right) / r^5, \quad (6)$$

$$\mathbf{M}_v = \left[\mathbf{d}_{v2} \cdot \left(\left(3\mathbf{r}(\mathbf{d}_{v1}\mathbf{r}) - \mathbf{d}_{v1}r^2 \right) / r^5 \right) \right], \quad (7)$$

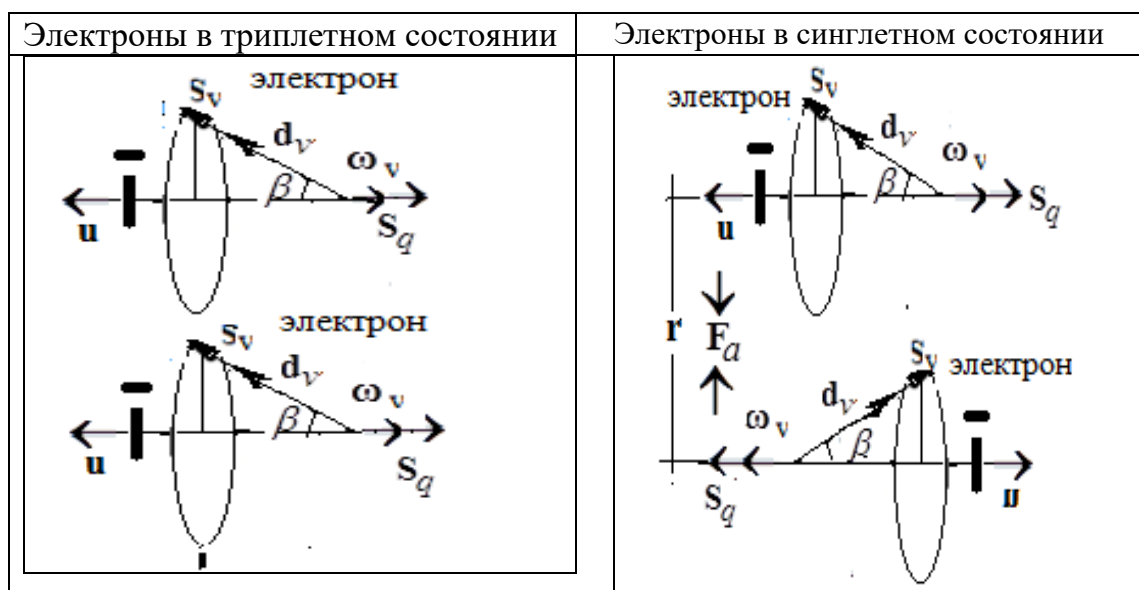
где r расстояние между виртуальными фотонами.

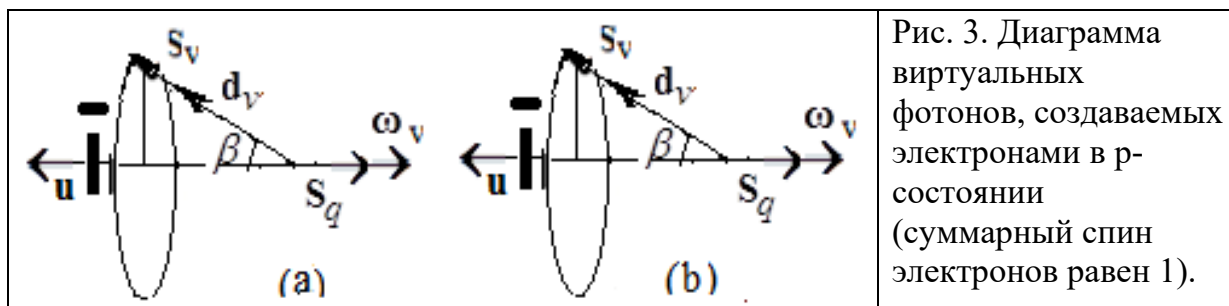
$$r \ll \lambda_q \quad (8)$$

Взаимодействие квантовых объектов в атоме

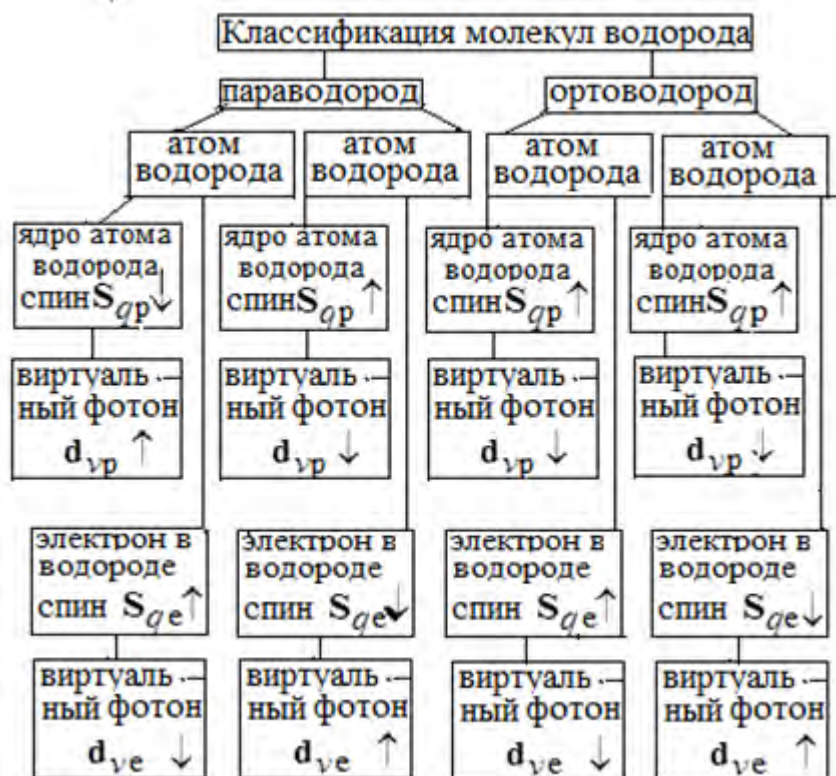
В данной работе показано, что взаимодействие квантовых объектов, составляющих атомы (протонов, электронов), может быть результатом электрического дипольного взаимодействия виртуальных фотонов, создаваемых этими квантовыми объектами, уравнения (2).

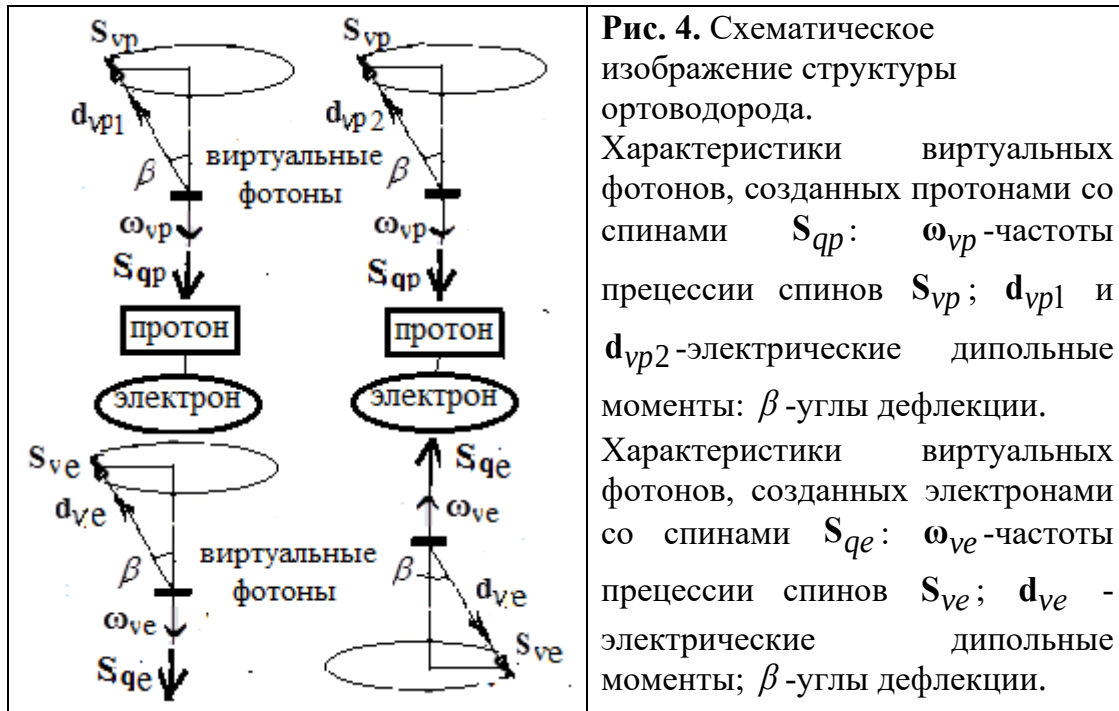
Рассмотрим молекулу водорода. Она образуется только если электроны находятся в синглетном состоянии, то есть имеют антипараллельно ориентированные спины, или, согласно уравнениям (1) и (3)-(5), антипараллельно направленные электрические дипольные моменты и спины виртуальных фотонов, создаваемых этими электронами[12].





Принцип Паули	Почему электрон не падает на ядро?
	$R = \lambda_q + y_v = \hbar / (m_e u) + \mu_B u / (c e) = (0.529 \cdot 10^{-10} + 0.141 \cdot 10^{-14}) m.$





Согласно уравнениям (6), только в случае ортоводорода инверсия будет происходить не с поглощением энергии, а с излучением (знак энергии изменяется с положительного на отрицательный) (see Figure 5).

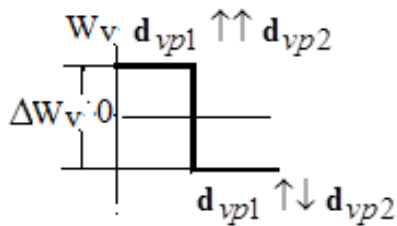


Рис.5. Значение энергии (W_v) электрических дипольных моментов d_{vp1} и d_{vp2} , виртуальных фотонов. ΔW_v - изменение энергии после инверсии одного из электрических дипольных моментов.

Согласно [10] электрический дипольный момент виртуального фотона, созданного протоном, $(d_v)_p$, определяется— скоростью квантового объекта, μ_n - ядерный магнетон

$$(d_v)_p = \mu_n u / (2c) \quad (9)$$

Электрический дипольный момент виртуального фотона, созданного электроном, $(d_v)_e$ определяется аналогичным выражением, но с использованием магнетона Бора μ_B :

$$(d_v)_e = \mu_B u / (2c). \quad (10)$$

Тепловое движение квантовых объектов влияет на характеристики виртуальных фотонов, создаваемых этими объектами энергетические характеристики. Следовательно, стабильность процесса генерации энергии при орто-пара-конверсии возможна при низких температурах.

2. Момент, связанный с законом сохранения момента количества движения

На рис.6 приведена схема, иллюстрирующая инверсию спина протона S_{qp} и одновременно инверсию спина S_{vp} , и электрического дипольного момента d_{vp} виртуального фотона, создаваемого этим протоном.

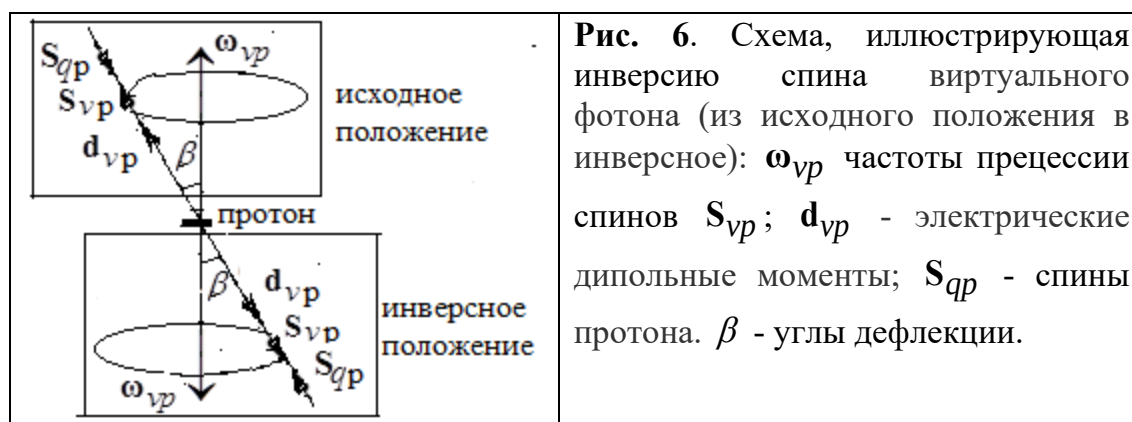


Рис. 6. Схема, иллюстрирующая инверсию спина виртуального фотона (из исходного положения в инверсное): ω_{vp} частоты прецессии спинов S_{vp} ; d_{vp} - электрические дипольные моменты; S_{qp} - спины протона. β - углы дефлексии.

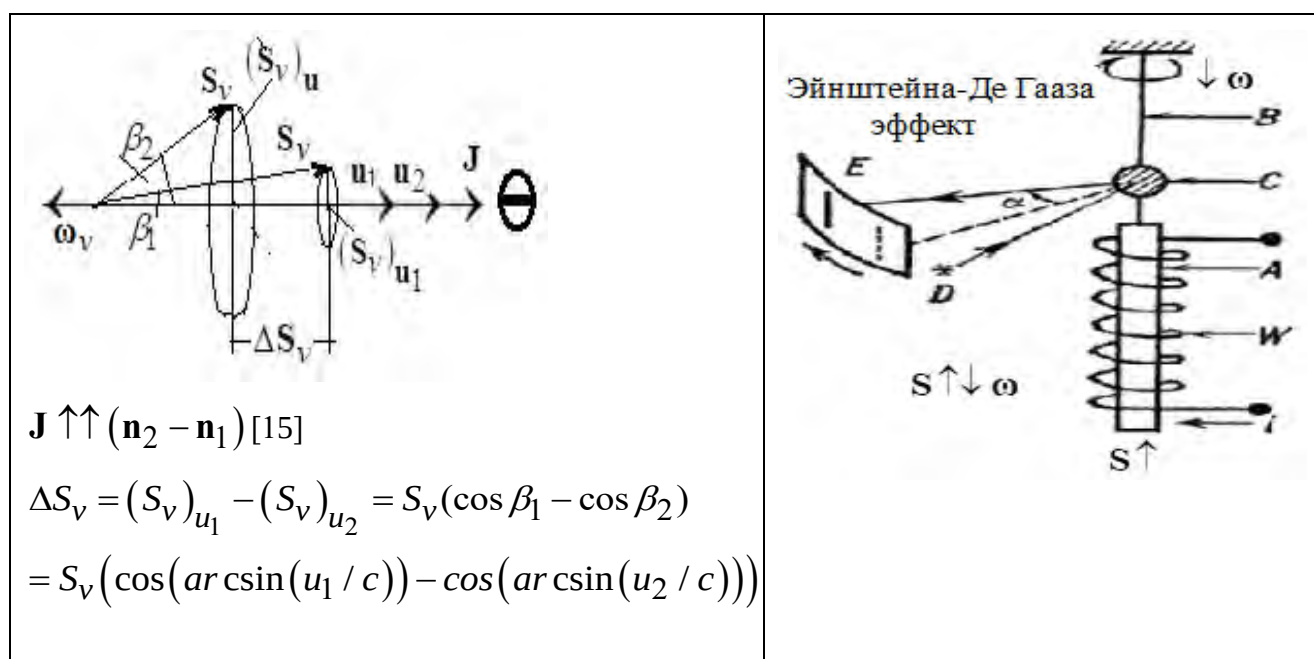
Вследствие действия закона сохранения момента количества движения в физическом вакууме возникают процессы, компенсирующие эти изменения. Таким процессом может быть момент M_{in} , возникновение которого обусловлено инерциальными свойствами физического вакуума. Справедливо следующее определение [13]:

$$M_{in} = \gamma \partial S_{vp} / \partial t, \quad (11)$$

где γ коэффициент пропорциональности. t - время, S_{vp} - спин виртуального фотона, созданного в данном случае протоном.

-Как следует из определения момента M_{in} его величина может быть увеличена за счёт увеличения скорости изменения спина. В экспериментах эта задача решается использованием специальных катализаторов [14].

Физические процессы, определяющие действие закона сохранения количества движения.



Эксперименты В. Н. Зателепина и Д. С. Баранова [16].



Сверхтекучий Спиновый Ток в Низкоэнергетических Ядерных Реакциях

Сверхтекучий спиновый ток возникает между объектами, имеющими прецессирующие спины, и стремится выровнять соответствующие характеристики этих спинов (углы прецессии и дефлексии). Таким образом сверхтекучий спиновый ток осуществляет передачу угловых моментов, связанных со спинами.

Значение сверхтекучего спинового тока I_z , возникающего между виртуальными фотонами вдоль ось z . (Рис. 7), определяется как: $I_z = -b_1(\alpha_1 - \alpha_2) - b_2(\beta_1 - \beta_2)$, где b_1 и b_2 - коэффициенты [17-19].. Результатом действия этого тока являются следующие неравенства: $|\alpha_1 - \alpha_2| \geq |\alpha'_1 - \alpha'_2|$, $|\beta_1 - \beta_2| \geq |\beta'_1 - \beta'_2|$, где α'_1 и α'_2 , а также β'_1 и β'_2 - значения действия тока.

	Рис. 7. Характеристики виртуальных фотонов, определяющие сверхтекучий спиновый ток вдоль оси z, I_z: α_1 и α_2 - углы прецессии, определяемые от линии отсчёта $r.l.$; β_1 and β_2 - углы дефлексии ω_1 и ω_2 - частоты прецессии; S - спины.	Эксперименты с торсиндами (Чижов В.А. и Степанов И.Н.) [20] “Эксперименты с торсиндами. Влияние ускоренного вращения тела на другое неподвижное тело.”]. Ускоренное вращение одного гироскопа приводит к вращению другого неподвижного тела. Если они ориентированы вдоль одной прямой, вращение происходит в одну сторону; если они ориентированы параллельно друг другу, вращение происходит в разные стороны.

Сравнение свойств сверхтекучего спинового тока и “странного излучения”, сопровождающее холодный ядерный синтез [21]

1) Сверхтекучий спиновый ток, также как странное излучение, имеет не электрическую и не магнитную природу.

2) Сверхтекучий спиновый ток не экранируется электромагнитными и молекулярными веществами. Экспериментально обнаружено, что некоторые из явлений, сопровождающие холодный ядерный синтез (например, возникновение оптического излучения и аномально высокое выделение тепла) наблюдались и в зонах, соседних с активными зонами реактора, где проводились эксперименты.

3) При прохождении через вещества, содержащие значительное количество квантовых объектов с неспаренными спинами, создаваемых ими виртуальных фотонов, например, металлов, возможно исчезновение сверхтекучих спиновых токов за счёт взаимодействия токов с этими спинами.

Аналогичный эффект характерен и для “странного излучения” алюминиевая фольга оказывает экранирующее действие.

4) Согласно уравнениям сверхтекучий спиновый ток выравнивает ориентации спинов виртуальных фотонов, между которыми он возникает, и следовательно, согласно уравнениям (1) и (3) - (4) также выравнивает ориентации спинов квантовых объектов, создающих эти виртуальные фотоны. Таким образом, происходит намагничивание вещества, состоящего из этих квантовых объектов.

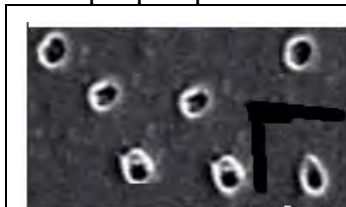
Экспериментально установлено, что странное излучение может намагничивать немагнитные материалы.

5) Скорость сверхтекучего спинового тока значительно превышает скорость света.

Проведённые эксперименты показывают, что “странное” излучение, сопровождающее холодный ядерный синтез, при определённых условиях имеет скорость в 10^3 больше скорости света.

6) Так как спиновый сверхтекучий ток трансформирует угловой момент, то эти токи могут создавать на поверхности материалов микрократеры.

“Странное” излучение, возникающее в процессе холодного ядерного синтеза, вызывает появление трёков-микрократеров на поверхностях окружающих тел



. Трэки в форме микрократеров, создаваемые “странным” излучением на поверхности материала.

7) Если сверхтекучий спиновый ток вызывает сжатие среды, и скорость тока больше скорости распространения этого сжатия, в среде могут возникать концентрические кольца с изменёнными свойствами этой среды.

“Странное” излучение, возникающее в процессе холодного ядерного синтеза, вызывает появление трёков – близнецов на поверхностях окружающих тел..



Возможные структуры трёков-близнецов в экспериментах со «странным» излучением.

8) Так как ориентация спина S_v виртуального фотона связана со спином S_q квантового объекта создавшего этот фотон (уравнения (1) и (3)-(4)), внешнее магнитное поле влияющие на спины S_q влияет и на S_v . Изменение характеристик спина виртуальных фотонов влияет на взаимодействие виртуальных фотонов и возникающий между ними сверхтекучий спиновый ток.

Согласно экспериментальным данным внешнее магнитное поле влияет на характеристики низкоэнергетического ядерного синтеза.

9) Если частоты прецессии не направлены вдоль одной прямой, как это может иметь место в полостных структурах, то сверхтекучий спиновый ток будет существовать постоянно.

Если конфигурация вещества в реакторе имеет кривизну, то сверхтекучий ток может существовать в реакторе течение любого времени. Это объяснят результаты экспериментов, в которых странное Излучение регистрировалось на протяжении нескольких лет после окончания проведения ядерных реакций.

10) Сверхтекучий спиновый ток может действовать на биологические системы.

Экспериментально доказано, что “странное” излучение влияет на функционирование биологической системы.

3. Образование новых элементов

1 способ. Распад фотонов (со образованием частиц и античастиц), возникших из виртуальных фотонов, двигающихся со скоростью света.

2 способ. Действие момента M_{in} на спины виртуальных фотонов, создаваемых квантовыми объектами, составляющими молекулы. Например, если под действием момента M_{in} произойдёт инверсия спина одного из электронов молекулы ортоводорода (Рис. 8), то молекула водорода распадётся на атомы водорода. Примечательно, что в этом случае меняется взаимодействие между виртуальными фотонами, создаваемыми электронами молекулы ортоводорода, а распадается на два водорода ядро молекулы водорода.

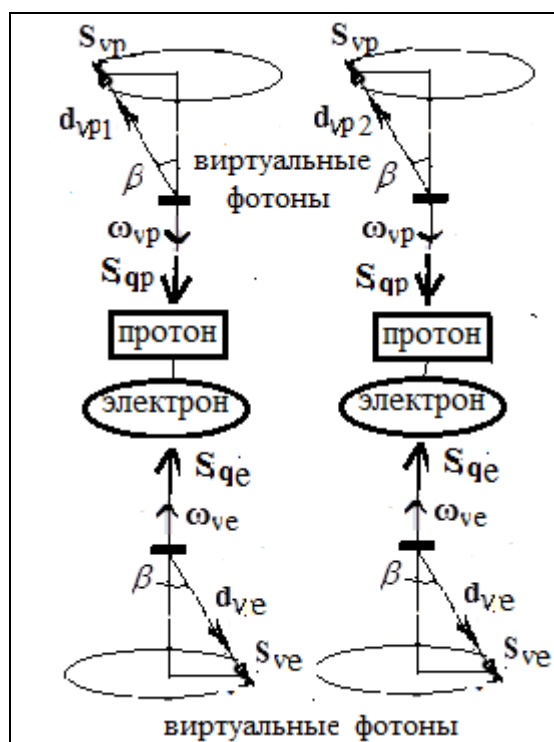


Рис. 8. Схематическое изображение структуры ортоводорода. Характеристики виртуальных фотонов, созданных протонами со спинами S_{qp} : ω_{vp} - частоты прецессии спинов S_{vp} ; d_{vp1} и d_{vp2} - электрические дипольные моменты; β - углы дефлексии. Характеристики виртуальных фотонов, созданных электронами со спинами S_{qe} : ω_{ve} - частоты прецессии спинов S_{ve} ; d_{ve} - электрические дипольные моменты.

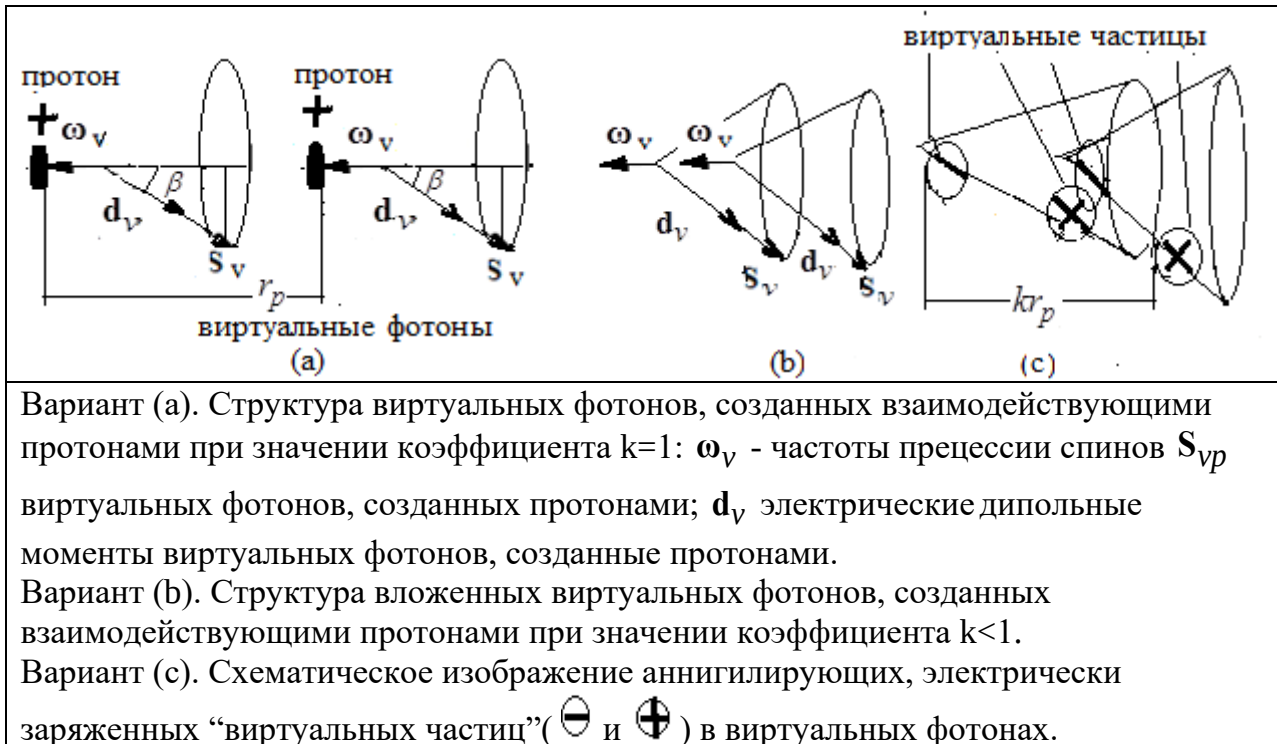
3 способ. Использование силы притяжения между виртуальными фотонами, создаваемыми протонами. э

1. Для осуществления реакции необходимо сближение сталкивающихся частиц до расстояния около 10^{-13} см.

Определение “дефекта масс” (Δm_q) [22-23]

Рассмотрим условия, при котором Кулоновская сила отталкивания F_{rep} между протонами, составляющими ядро, равна силе притяжения F_{at} между виртуальными фотонами, создаваемыми этими протонами. The force F_{rep} определяется электрическим зарядом

протонов q_p и расстоянием r_p^2 между ними: $F_{rep} = q_p^2 / r_p^2$. Сила притяжения, обусловленная электрическим дипольным взаимодействием, определяется выражением: $F_{at} = \left(d_v / (\lambda_q k r_p) \right)^2$.



Введём коэффициент k перекрытия виртуальных фотонов таким образом, чтобы соблюдалось равенство:

$$\left(d_v / (\lambda_q k r_p) \right)^2 = \left(q_p / r_p \right)^2,$$

где выражение d_v / λ_q определяет электрический заряд электрического дипольного момента виртуального фотона. Используя (10), получаем следующее выражение для коэффициента k : $\mu_n u^2 m_q / (2 c q_p \hbar)$. При $k=1$ “дефект масс” (Δm_q) взаимодействующих протонов равен нулю. В общем случае при произвольном значении $\Delta m_q = (1-k) m_q u^2 / (2 c^2)$

О нейтронах [24].

Рассмотрим атом водорода, в котором виртуальные фотона, создаваемые протоном и электроном, имеют антипараллельно направленные спины и соответственно антипараллельно направленные электрические дипольные моменты: ($d_{ve} \uparrow \downarrow d_{vp}$, Рис.9). Согласно уравнению (6) в этом случае между виртуальными фотонами действует сила притяжения.

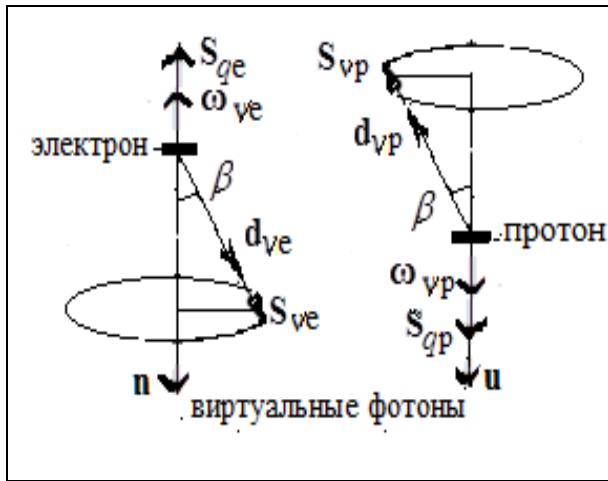


Рис.9. Квантовые объекты атома водорода. Характеристики виртуального фотона, созданного протоном со спином S_{qp} : ω_{vp} - частота прецессии спина S_{vp} ; d_{vp} - электрический дипольный момент. Характеристики виртуального фотона, созданного электроном со спином S_{qe} : ω_{ve} - частота прецессии спина S_{ve} ; d_{ve} - электрический дипольный момент. β - углы дефлексии.

Масса атома определяется уравнением:

$$m_a = m_e + m_p + m_{ve} + m_{vp}, \quad (12)$$

где m_e - масса электрона, m_p - масса протона; m_{ve} - масса виртуального фотона, создаваемого электроном; m_{vp} - масса виртуального фотона, создаваемого протоном. Согласно [2] $m_{ve} = m_e u_e^2 / (2c^2)$ и $m_{vp} = m_p u_p^2 / (2c^2)$, где u_e и u_p , соответственно, скорость электрона и протона.

Так как в рассматриваемом случае между виртуальными фотонами, создаваемыми протоном и электроном, действует сила притяжения, возможно равенство: $u_e = u_p = u$. Используя все выше рассмотренные переменные в уравнении (13), получаем следующее выражение для m_a : $m_a = (m_e + m_p)(1 + u^2/(2c^2)) = 1,6735 \cdot 10^{-24} \cdot (1 + u^2/(2c^2))$ г. Значение m_a равно массе нейтрона: $m_n \sim 1,675 \cdot 10^{-24}$ г. если $u \approx 1,3 \cdot 10^9$ см/с.

Примечание, сумма масс протона (28 МэВ), электрона (0,511 МэВ) и нейтрино (в 2025 году - 0,45 эВ) меньше массы нейтрона (939,57 МэВ).

Заключение

- 1) Квантовые объекты, являющимися особенностями в электрических и/или магнитных полях, создают виртуальные фотоны, обладающие спином и электрическим дипольным моментом. По существу, виртуальные фотоны являются спиновыми вихрями в физическом вакууме, обладающим внутренним моментом количества движения.
- 2) Деление атомных ядер и синтез атомных ядер могут осуществляться соответственно силами отталкивания или силами притяжения, возникающими между виртуальными фотонами (спиновыми вихрями), создаваемыми частицами ядра (в частности, протонами). Природа этих сил – электрическая: взаимодействие электрических дипольных моментов рассматриваемых виртуальных фотонов.
- 3) В результате взаимодействия электрических дипольных моментов виртуальных фотонов может произойти инверсия одного из дипольных моментов с одновременной инверсией спина этого виртуального фотона и спина квантового объекта, создавшего этот виртуальный фотон.
- 4) Инверсия спина виртуального фотона означает изменение момента количества движения в физическом вакууме и, следовательно, вследствие действия закона сохранения момента количества движения, возникновение процесса, компенсирующего это изменение. Таким процессом может быть момент M_{in} , возникновение которого обусловлено инерциальными свойствами физического вакуума.
- 5) Если расстояние между взаимодействующими протонами меньше размеров создаваемых ими виртуальных фотонов (размер виртуального фотона равен длине волны создавшего его квантового объекта), аннигиляция противоположно заряженных частей виртуальных фотонов

имеет место, что приводит к уменьшению суммарной массы виртуальных фотонов. Это свойство можно перефразировать следующим образом: если в результате взаимодействия квантовых объектов возникает “дефект массы”, то взаимодействие осуществляется посредством виртуальных фотонов, создаваемых этими объектами.

6). Закон сохранения момента количества движения также как и сила инерции, действующие на квантовые объекты, базируется на свойствах спина виртуального фотона, создаваемого этим квантовым объектом. Любые изменения ориентации спина виртуального фотона в физическом вакууме сопровождаются процессами, компенсирующими эти изменения. Этими процессами могут быть, во-первых, сверхтекучие спиновые токи, и, во-вторых, процессы, связанные, согласно формулировке академика АН СССР А. Д. Сахарова, “с упругостью квантового вакуума” “Вакуумные квантовые флуктуации в искривлённом пространстве и теория тяготения” (1967).

Литература

1. Feynman R. Space-time approach to quantum electrodynamics. //Phys. Rev., 1949, v.76, p.769-789.
2. Barnett S.J. 1935. “Gyromagnetic and Electron-Inertia Effects.” *Rev. Mod. Phys.*; 7(135): pp. 129-166.
3. Planck M. 1912. “Über die Begründung des Gesetzes der schwarzen Strahlung”. *Ann. Phys.*; 342(4): pp. 642-656.
4. Einstein A., Stern O. Einige Argumente für die Annahme einer molekularen Agitation beim [absoluten Nullpunkt. //Ann. Phys., 1913, v.345(3), p.551-560, doi:10.1002/andp.19133450309.
5. Weber M. and Lynn K. 2000. “Three Photon Annihilations of Positrons and Positronium in Solids with Two Detectors in Coincidence”, *Radiat. Phys. Chem.*; 58(5-6): pp. 749-75.
6. Mo L., Pernice W., Xiong C., Baehr-Jones T., Hochberg M. and Tang H. 2008. “Harnessing optical forces in integrated photonic circuits”. *Nature*; 456: pp. 480-484.
7. Li H., Chong L., Zhang-Ying Y. and Wen-Li Y. Quantized Superfluid Vortex Filaments Induced by the Axial Flow Effect. *Chin. Phys. Lett.* 2020; 37(3); 030302 (1-4). DOI: ю10.1088/0256-307X/37/3/030302
- 8- Черенков П.А. 1934. “Видимое свечение чистых жидкостей под действием γ -радиации”. *Доклады Академии наук СССР*; 2(8): стр. 451.
9. Вихман Э. Квантовая физика. //Берклеевский курс физики, 1977, т.IV, 415с., Издательство “Наука”.
10. Болдырева Л.Б. Теория спиновых вихрей в физическом вакууме, состоящем из квантовых осцилляторов. //М. ЛЕНАНД, 2022, 280с. ISBN 978-5-9710-9460-9.
11. Парселл Э. 1975. “Электричество и магнетизм”. Берклеевский курс физики. Том 2; Москва, Наука: 440 с.
12. Boldyreva L.B. A Description of the Properties of Electrons in an Atom without Mathematical Tools of Wave-Particle Dualism. //Journal of Physics & Optics Sciences, 23.6.2025, v.7(6), ISSN2754-4753
13. Тверской Государственный Технический Университет. Сопромат. Техническая механика. isopromat.ru
14. Жужгов А.В., Криворучко Л.А., Исупова Л. Низкотемпературная конверсия *орто*-водорода в *пара*-водород на нанесенных катализаторах Ni/Al₂O₃. // Журнал физической химии, 2020, т.94, №.50-59.
15. Boldyreva Liudmila Borisovna. The First Law of Newton. Formula and Consequences. Changes in Weight and Forward Motion of Rotating Bodies. Journal of Physics & Optics Sciences, doi.org/10.47363/JPSOS/2024(6)250 12 июня 2024, v.6(6), ISSN: 2754-4753, www.onlinescientificresearch.com
16. Zatelepin V.N. and Baranov D.S. (2019). Вращение тела, совершающего ускоренное поступательное движение. Статья, представленная на семинаре В.Л. Бычкова на физическом факультете Московского государственного Университет. mail/chronoquantum/video/_myvideo.
17. Боровик-Романов А.С., Буньков Ю.М., Де Ваард А., Дмитриев В.В., Макроциева В., Мухарский Ю.М. и Сергацков Д.А. 1988. “Наблюдение аналога эффекта Джозефсона на спиновом токе”. *Письма в Журнал Экспериментальной и Теоретической Физики*; 47(8): стр. 400-403.
18. Дмитриев В.В. 2005. “Спиновая сверхтекучесть в ³He. Конференции и симпозиумы”. *Успехи физических наук*; 175(1): стр. 85-92.

- 19.. Фомин И. А. Спиновые токи в сверхтекучей и нормальной ферми-жидкостях. Успехи физических наук, 1994 т. 164, стр. 1281–1282, DOI: 10.3367/UFNr.0164.199412j.1281
20. Чижов В.А. и Степанов И.Н. “Эксперименты с торсиндами. Влияние ускоренного вращения тела на другое неподвижное тело.” Труды 28 Российской конференции по холодной трансмутации ядер химических элементов и шаровой молнии, Москва 2024
21. Boldyreva L.B. "Spin Supercurrent as a "Strange" Radiation in Low-Energy Nuclear Reactions" International Journal of Physics, 17 ноября 2021, Vol. 9, No. 6, 280-285, <http://pubs.sciepub.com/ijp/9/6/4> Published by Science and Education Publishing DOI:10.12691/ijp-9-6-4.
22. Boldyreva L. B. Compensation of Coulomb Interaction of Nuclei in Low-Energy Nuclear Reactions. Journal of Physics & Optics Sciences. 20.2.2025. vol.7(2), DOI.ORG/10.47363/JPSOS/2025(7)297, ISSN2754-4753
23. Boldyreva L.B. Low-Energy Nuclear Transmutations and a Process that Ensures the Conservation of Angular momentum. Journal of Physics & Optics Sciences. 30.10.2025, vol.7(10), ISSN2754-4753
24. Болдырева Л.Б. Низкоэнергетические ядерные трансмутации и закон сохранения момента количества движения // Инженерная физика (Россия). – 2026. – № 1. — С. 41-5