

СИЛЬНА ВЗАЄМОДІЯ В МОДЕЛІ ВСЕСВІТУ З МІНІМАЛЬНОЮ ПОЧАТКОВОЮ ЕНТРОПІЄЮ

П.О.Кондратенко
Національний авіаційний університет
(pkondrat@nau.edu.ua, pkondrat@ukr.net)

В статті [1] на підставі Закону подібності та Закону єдності автором запропонована модель процесу виникнення нашого Всесвіту з мінімальною початковою ентропією. При цьому наш Всесвіт є складовою частиною Супер-Всесвіту. В свою чергу Супер-Всесвіт представлений розшарованим простором [2], причому сусідні прошарки відрізняються розмірністю простору на одиницю. Звичайний для нас тривимірний простір (чотиривимірний (3+1) Всесвіт) межує з двовимірним простором кварків. Подібно двовимірний простір межує з одновимірним простором діонів (частинок Планка). Нарешті, одновимірний простір межує з нульвимірним простором Скалярного Поля-часу. Між сусідніми просторами існує інформаційна взаємодія через одну делокалізовану точку. Нульвимірний простір Поля-часу має змогу взаємодіяти з іншими просторами і задавати програму еволюції Всесвіту.

Скалярне Поле послідовно наповнює всі простори, створюючи в кожному комплексі частинок, які характеризуються відсутністю зарядів і інших квантових чисел. В Світі-4 цій вимозі відповідають пари нейтронів чи кластери пар нейтронів у синглетному стані. У Світі-3 це будуть комплекси кварків, які відповідають парі нейронів. У Світі-2 це будуть комплекси діонів з відповідними характеристиками.

Така структура Супер-Всесвіту спричинює появу адронів у Всесвіті (Світі-4) внаслідок взаємодії між кварками у Світі-3 і передачі інформації про цю взаємодію до Світу-4. Таким чином, одній частинці Світу-4 може бути поставлена у відповідність група кварків Світу-3, яка налічує в нульовому наближенні 2 чи три кварки. При цьому між кварками і між адронами існує сильна взаємодія, яка детально досліджується, починаючи з 1935 року.

Сильна внутрішньядерна взаємодія була вперше описана японським вченим-фізиком Хідекі Юкавою в 1935 р. з використанням обмінних частинок — мезонів. Сучасний опис сильної взаємодії дає квантова хромодинаміка. Квантова хромодинаміка входить у так звану Стандартну модель, яка є сумою сучасних уявлень про будову мікросвіту, хоча й не може претендувати на завершене знання, оскільки не пояснює результатів деяких експериментів і не включає в себе теорію гравітації.

Згідно з моделлю Юкави сильна взаємодія у Світі-4 проявляється внаслідок того, що один нуклон випромінює π -мезон, а другий його поглинає за час $t \sim 10^{-23}$ с. Такі частинки називаються віртуальними. Щоб зробити ці частинки реальними, їх необхідно звільнити від взаємодії з нуклонами. Для цього потрібно надати піону енергію для подолання роботи виходу і надання кінетичної енергії (аналог фотоефекту).

Певно, для уточнених розрахунків характеристик адронів та відповідних взаємодій потрібно брати до уваги кілька таких груп кварків. Підтвердженням такого припущення є народження відразу великої кількості елементарних частинок при непружному зіткненні частинок високих енергій. То ж і не дивно, що в монографії [3] стверджується, що адрону відповідає близько 6 тисяч частинок в Прихованому Світі. Отже, для опису властивостей протона в нульовому наближенні необхідно взяти до уваги три кварки, а з підвищенням рівня точності їхня кількість повинна суттєво збільшитись (до 6 тисяч).

Це нагадує розчин полярної молекули у воді, навколо якої формується сольватна оболонка з кількох молекул води і існує дальня зона молекул, вплив яких можна врахувати з допомогою усереднених макроскопічних параметрів розчинника.

Таким чином, нуклону можна поставити у відповідність до 6 тисяч кварків, а цим кваркам можна поставити у відповідність 2 тисячі нуклонів.

Отже, на даний час в рамках Стандартної моделі знайдено зв'язок між кварками та адронами.

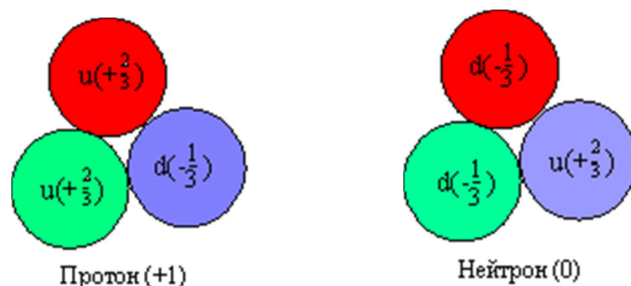
В даній роботі досліджується сильна взаємодія в рамках нової моделі народження та еволюції Всесвіту, що характеризується мінімальною початковою ентропією [1].

Для подальшого викладу матеріалу приймемо до уваги викладені в [3] теоретичні уявлення про природу та структуру фізичного вакууму (ФВ): **при анігіляції пари частинка-античастинка вони не ліквідуються, а поєднуються в систему, названу елементарною частинкою вакууму (ЕЧВ)**. В ЕЧВ у незбудженому стані в нашому лабораторному просторі всі квантові числа дорівнюють нулю. Основою фізичного вакууму згідно з [3] є протон-антипротонний (p^+p^-) вакуум. Концентрація ЕЧВ у цьому виді вакууму дорівнює $1,54541 \cdot 10^{39} \text{ см}^{-3}$, у той час як концентрація ЕЧВ електрон-позитронного вакууму дорівнює $1,73009 \cdot 10^{29} \text{ см}^{-3}$, тобто на 10 порядків менша. Крім того, ЕЧВ утворюють всі стабільні частинки Світу-4 та Світу-3. В роботі автора [4] описуються властивості Поля зі Світу-1, які пояснюють причину виникнення частинок вакууму.

Інші відомі взаємодії неспроможні створити частинки вакууму, тому в Стандартній моделі вони відсутні. При цьому вакуум характеризують набором станів, на які накладаються додаткові умови. Зокрема, для пояснення експериментально відкритих поправок до магнітного моменту електрона та зміщення рівня тонкої структури в атомі водню змусило фізиків наділити навколишнє середовище таким поняттям, як "вакуумні поправки". Фізики продовжують наділяти вакуум все більшою кількістю жорстко постульованих властивостей. Вважається, наприклад, що діючи на фізичний вакуум оператором народження частинок, можна отримати з порожнього ФВ реальні частинки. Ніякого натяку на механізм цього процесу немає.

Сильна взаємодія в Стандартній моделі.

Всі частинки, що складаються з кварків, відносяться до одного класу. Одні складаються з кварка і антикварка, інші – з трьох кварків. Найвідоміші з останніх – протон та нейтрон.



Заряди кварків для протона комбінуються в +1 (в одиницях елементарного заряду), а для нейтрона – в 0.

Кварки утримуються завдяки глюонам – квантам поля сильної взаємодії.

У кварків є власний вид заряду, який називається «колір». В довільний момент кварк може знаходитись в одному із трьох станів, чи кольорів – $ч, с, з$ (червоний, синій, зелений, англійською мовою r, b, g – red, blue, green). При поглинанні чи випусканні глюона колір кварка може змінитись, наприклад:

$$\begin{aligned}
 u(b) &\rightarrow (b, \bar{r}) + u(r) \\
 d(r) + (b, \bar{r}) &\rightarrow d(b)
 \end{aligned}
 \tag{1}$$

При цьому інші квантові числа кварка і його аромат¹ не змінюються.

¹ Аромат – загальна назва для ряду квантових чисел, які характеризують тип кварка чи лептона.

Із трьох кольорів (r, b, g) і трьох антикольорів ($\bar{r}, \bar{b}, \bar{g}$) можна скласти таблицю можливих комбінацій глюонів (табл.1).

Таблиця 1. Комбінації з кольорів та антикольорів, які несуть глюони.

	r	b	g
\bar{r}	$\bar{r}r$	$\bar{r}b$	$\bar{r}g$
\bar{b}	$\bar{b}r$	$\bar{b}b$	$\bar{b}g$
\bar{g}	$\bar{g}r$	$\bar{g}b$	$\bar{g}g$

Глюон має спин 1, як і фотон, має 2 спінові стани, електронейтральний, має кольоровий заряд $r\bar{r}, g\bar{g}, b\bar{b}, r\bar{g}, g\bar{r}, r\bar{b}, b\bar{r}, g\bar{b}, b\bar{g}$ ².

Фактично, обмін такими глюонами між кварками опише міжкваркову взаємодію. Проте, в квантовій хромодинаміці, як і квантовій механіці, опис взаємодії відбувається з використанням хвильових функцій, симетрія яких повинна відповідати симетрії локального простору. Тому спочатку знаходять лінійні комбінації хвильових функцій, які б задовольняли умові задачі. З елементів, не розташованих на діагоналі табл. 1, можна скласти 6 різних кольорових комбінацій:

$$\begin{aligned} g_1 &= (\bar{r}b + \bar{b}r)/\sqrt{2}, & g_2 &= -i(\bar{r}b - \bar{b}r)/\sqrt{2}, \\ g_4 &= (\bar{r}g + \bar{g}r)/\sqrt{2}, & g_5 &= -i(\bar{r}g - \bar{g}r)/\sqrt{2}, \\ g_6 &= (\bar{b}g + \bar{g}b)/\sqrt{2}, & g_7 &= -i(\bar{b}g - \bar{g}b)/\sqrt{2} \end{aligned} \quad (2)$$

З трьох елементів, розташованих на діагоналі ($\bar{r}r, \bar{b}b, \bar{g}g$) можна побудувати 3 незалежні безбарвні (білі) комбінації. Дві з них :

$$g_3 = (\bar{r}r - \bar{b}b)/\sqrt{2}, \quad g_8 = (\bar{r}r + \bar{b}b - 2\bar{g}g)/\sqrt{6} \quad (3)$$

є переносниками взаємодії, а третя

$$(\bar{r}r + \bar{b}b + \bar{g}g)/\sqrt{3} \quad (4)$$

є повністю симетричною щодо кольорів і представляє із себе безбарвний колірний синглет. Вважається, що частинка, яка має таку колірну комбінацію, не може бути переносником кольорової взаємодії між кварками [5,6].

Зрозуміло, що наведені комбінації можна циклічно ($r \rightarrow g \rightarrow b \rightarrow r$) переставляти. При цьому поміняється запис для всіх кварків, крім повносиметричного.

Три останні хвильові функції кварків взяті за аналогією з виразом хвильової функції трьох взаємодіючих атомів (наприклад, йоду). При цьому повносиметрична комбінація дає мінімальну енергію молекули, антисиметрична (g_3) відповідає відсутності енергії зв'язування між атомами, а отже, залишає незмінною енергію складових частин, а третя (g_8) - розпушуюча, характеризує підвищену енергію стану.

Для того, щоб зв'язування відбулося, необхідно, щоб енергія кварка плюс енергія віртуального глюона перевищувала енергія кварка. Слід вважати, що у випадку повносиметричної хвильової функції глюона сумарна енергія не відрізняється від енергії кварка, тобто, **повносиметрична комбінація відповідає елементарній частинці вакууму**. В такому разі повносиметричний глюон не зможе забезпечувати зв'язування між кварками. І відсутність взаємодії в такому разі буде не в колірній комбінації, а в енергії кварка плюс віртуального глюона. Кварки g_3 і g_8 теж не переносять колір, але зв'язування забезпечують. Можна вважати всі 8 комбінацій глюонів збудженими станами з основного повносиметричного стану, що і дозволяє їм брати участь у сильній взаємодії.

² Тут наведені заряди глюонів, які знаходяться в полі пониженої симетрії. Симетрія вільного глюона описується в рамках групи $SU(3)$.

Таким чином, дві перші симетричні комбінації (g_3 і g_8) разом із шістьма недіагонально розташованими комбінаціями представляють 8 типів хвильових функцій глюонів - переносників сильної кольорової взаємодії.

Легко бачити, що хвильові функції g_1 і g_2 забезпечують взаємодію між червоним і синім кварками, g_4 і g_5 – між червоним і зеленим, g_6 і g_7 - між синім і зеленим. Функція g_3 описує взаємодію червоного та синього кварків без зміни кольору. Аналогічно, функція g_8 описує взаємодію всіх трьох кольорів кварків без зміни кольору.

Оскільки глюони, на відміну від фотонів, мають кольори, теорія допускає, що для них можливі процеси випускання глюоном глюона і взаємодію між двома глюонами. Щоправда, такий ефект можливий не для віртуальних, а для реальних глюонів. Тому таку взаємодію не виявив жоден експеримент.

Взаємодія за участю глюонів відповідальна за втримання кварків усередині адрону. На відміну від константи електромагнітної взаємодії, константа сильної кольорової взаємодії росте зі збільшенням відстані між кварками.

Глюони відіграють істотну роль у формуванні внутрішньої структури адронів. Із процесів глибоконепружного розсіювання частинок на нуклонах впливає, що приблизно половина енергії нуклона доводиться на глюони.

Існування кварків повністю пояснює наявність магнітного моменту в протона ($2,79275 \cdot \mu_p$) та нейтрона ($-1,93 \cdot \mu_p$).

В той час як величина електромагнітної взаємодії характеризується константою, рівною $1/137,03597$ (це квадрат амплітуди $(-0,08542455)$ поглинання чи випромінювання фотона електроном), величина сильної взаємодії визначається глюонною константою g , величина якої суттєво перевищує величину константи електромагнітної взаємодії.

Сильну взаємодію між адронами описують з використанням обміну піонами, структура яких представлена кварком і антикварком, які несуть колір і антиколір. Отже, піони – безколірні частинки з нульовим спіном (бозони).

Піони – нестабільні частинки.

Бозони підпорядковуються статистиці Бозе — Ейнштейна: у одному квантовому стані може перебувати необмежена кількість однакових частинок. До бозонів належать: гіпотетичний **гравітон** (спін 2), **фотон** (спін 1), **W і Z – бозони** (спін 1), **глюони** (спін 1), **мезони і мезонні резонанси** (спін 0), а також античастинки всіх перерахованих частинок.

Виходячи із співвідношення невизначеностей

$$\Delta t \cdot \Delta E \geq h \quad (5)$$

знайдемо відстань, на яку переміститься віртуальний бозон за час Δt

$$r = c\Delta t = \frac{ch}{\Delta E} = \frac{ch}{m_0 c^2} = \frac{h}{m_0 c} = \lambda_c \quad (6)$$

Ця відстань і буде радіусом взаємодії частинок. Якщо бозоном є піон ($m_{\pi^\pm} = 273 m_e$), то $r = 8,9 \cdot 10^{-15}$ м.

У випадку слабкої взаємодії (W^\pm - бозон) $r = 1,5 \cdot 10^{-17}$ м. Така мала відстань і зумовлює слабкість взаємодії. Тому нейтрон розпадається за 881 с [7]. Тому і нейтрино слабо взаємодіє з речовиною.

Баріони і мезони разом складають групу адронів. В даному випадку для нас важливо, що піони і нуклони мають наступний кварковий склад: $\pi^0 = u\bar{u} - d\bar{d}$, $\pi^+ = u\bar{d}$, $\pi^- = \bar{u}d$, $p = uud$, $n = udd$.

Час життя π^+ і π^- -мезонів $2,6 \cdot 10^{-8}$ с, а π^0 -мезона – $0,8 \cdot 10^{-16}$ с [8].

Сильна взаємодія між нуклонами проявляється внаслідок того, що один нуклон випромінює віртуальний π -мезон (піон), а другий його поглинає за час $t \sim 10^{-23}$ с.

В результаті віртуальних процесів нуклон виявляється в шубі з піонів:

$$p \leftrightarrow (n + \pi^+),$$

$$\begin{aligned}
n &\leftrightarrow (p + \pi^-), \\
p &\leftrightarrow (p + \pi^0), \\
n &\leftrightarrow (n + \pi^0),
\end{aligned} \tag{7}$$

які утворюють поле ядерних сил. Деталі народження піонів в теорії не описуються. Просто вважається, що всі процеси відбуваються в рамках співвідношення невизначеностей.

Поглинання цих піонів іншими нуклонами приводить до міжнуклонної взаємодії, тобто до ядерних сил.

$$\begin{aligned}
p + n &\leftrightarrow (n + \pi^+) + n \leftrightarrow n + (\pi^{++} + n) \leftrightarrow n + p \\
n + p &\leftrightarrow (p + \pi^-) + p \leftrightarrow p + (p + \pi^-) \leftrightarrow p + n \\
p + p &\leftrightarrow (p + \pi^0) + p \leftrightarrow p + (p + \pi^0) \leftrightarrow p + p \\
n + n &\leftrightarrow (n + \pi^0) + n \leftrightarrow n + (n + \pi^0) \leftrightarrow n + n
\end{aligned} \tag{8}$$

Тепер подивимося на міжнуклонну взаємодію на кварковому рівні. Взаємодія між протоном і нейтроном виглядає так:

$$uud + udd \leftrightarrow (udd + u\bar{d}) + udd \leftrightarrow udd + (u\bar{d} + udd) \leftrightarrow udd + uud. \tag{9}$$

Тут в полі протона відбувається народження віртуального піона π^+ , який переноситься до нейтрона, перетворюючи його в протон внаслідок анігіляції кварка d нейтрона з антикварком \bar{d} піона. При цьому u -кварк, що залишився від піона, входить до складу щойно утвореного протона. Оскільки при цьому піон перебуває у віртуальному стані, така анігіляція не супроводжується виділенням енергії, тобто відсутнє випромінювання γ -кванта.

Детально взаємодія між протоном і нейтроном $n = (-\frac{1}{2}d(r) + \frac{1}{2}u(g) + \frac{1}{2}d(b))$ за участю глюонів в Стандартній моделі описується наступним чином.

а) випромінювання глюона зі зміною кольору кварка:

$$\begin{aligned}
\frac{1}{2}u(g) &\rightarrow {}^1g(g, \bar{r}) + {}^{-\frac{1}{2}}u(r) \\
\frac{1}{2}d(g) &\rightarrow {}^1g(g, \bar{r}) + {}^{-\frac{1}{2}}d(r)
\end{aligned} \tag{10}$$

б) поглинання іншим кварком глюона зі зміною кольору кварка

$$\begin{aligned}
{}^{-\frac{1}{2}}u(r) + {}^1g(g, \bar{r}) &\rightarrow \frac{1}{2}u(g) \\
{}^{-\frac{1}{2}}d(r) + {}^1g(g, \bar{r}) &\rightarrow \frac{1}{2}d(g).
\end{aligned} \tag{11}$$

Отже, перенесення глюона відбувається лише в синглетній парі кварків. При цьому спін кварка ($-\frac{1}{2}$) і його колір виявляються жорстко закріпленими і переносяться одночасно. Таким чином, спін переноситься з першого кварка на другий, з другого на третій, з третього на перший і так далі по колу. При цьому швидкий обмін проекціями спінів залишає сумарний спін постійним і рівним $\frac{1}{2}$.

в) перетворення віртуального бозона - глюона на віртуальну кольорову пару кварк-антикварк в триплетному стані (сумарний спін = 1):

$${}^1g(b, \bar{r}) \rightarrow {}^1[\frac{1}{2}d(b) + \frac{1}{2}\bar{d}(\bar{r})]. \tag{12}$$

Тут виникає питання: чи може віртуальний глюон перетворитися на кольорову пару кварків в триплетному віртуальному стані? В новій моделі така реакція неможлива. Скоріше, віртуальною парою кварків (піоном) може бути бозон без кольорів (білий).

г) при послідовному протіканні реакцій (11) і (12) кварк $\frac{1}{2}d(b)$, випромінивши глюон ${}^1g(b, \bar{r})$, став кварком ${}^{-\frac{1}{2}}d(r)$. Отже, в цьому випадку стало 2 однакових кварки ${}^{-\frac{1}{2}}d(r) + \frac{1}{2}u(g) + {}^{-\frac{1}{2}}d(r)$. Зрозуміло, що **такий кварковий склад нуклона неможливий**. Тому й перетворення випроміненого глюона на віртуальну кольорову пару кварк-антикварк в триплетному стані **неможливе**³. Проте, в Стандартній моделі це питання обходять введенням відокремлення одного з двох тотожних кварків ${}^{-\frac{1}{2}}d(r)$, який при цьому обмінюється з кварком $\frac{1}{2}d(b)$, що входить до складу віртуальної пари, тобто, поєднується з антикварком $\frac{1}{2}\bar{d}(\bar{r})$, утворюючи віртуальний піон π^0 в синглетному стані. Звільнений кварк $\frac{1}{2}d(b)$ приєднується до інших двох, замикаючи трійку кварків $\frac{1}{2}d(b) + \frac{1}{2}u(g) + {}^{-\frac{1}{2}}d(r)$ з сумарним спіном $\frac{1}{2}$.

³ В квантовій механіці ймовірність квантового переходу виражається інтегралом, в якому підінтегральна функція містить хвильові функції початкового і кінцевого станів, а також оператор квантового переходу. Оскільки кінцевий стан неможливий, то неможливий і квантовий перехід.

д) піон π^0 ($^{-1/2}d(r)+^{1/2}\bar{d}(\bar{r})$) переноситься до протона $p^+ = (^{1/2}d(g)+^{-1/2}u(r)+^{1/2}u(b))$. Оскільки між кварками, що входять до складу протона, відбувається постійний обмін глюонами, то спіни кварків постійно змінюються. Далі піон π^0 ($^{-1/2}d(r)+^{1/2}\bar{d}(\bar{r})$) взаємодіє з кварком $^{1/2}d(g)$ ⁴. При цьому внаслідок обміну кварками виділяється кварк $^{-1/2}d(r)$, який стає складовою частиною протона, а віртуальна пара кварків ($^{1/2}\bar{d}(\bar{r})+^{1/2}d(g)$) виявляється кольоровою в триплетному стані, внаслідок чого перетворюється на глюон $^1g(g, \bar{r})$, який перетворює $^{-1/2}d(r)$ на $^{1/2}d(g)$. Такий складний процес введено для того, щоб симетризувати процеси перетворення глюона на пару кварків і перетворення пари кварків на глюон.

Отже, глюон перетворився на пару кварків, а пара кварків на глюон. А що ж викличе сильну взаємодію? Певно, це час від народження глюона до поглинання глюона після перенесення піона. В такому разі для підтримання сильної взаємодії на постійному рівні необхідно, щоб відразу після обміну піоном народився новий цикл обміну піоном.

Якщо глюон в реакції в) розпадається на пару u – кварків

$$^1g(b, \bar{r}) \rightarrow ^1[^{1/2}u(b) + ^{1/2}\bar{u}(\bar{r})],$$

тоді поєднання $^{-1/2}d(r) + ^{1/2}\bar{u}(\bar{r})$ дасть піон π^- , а замість нейтрона створиться протон $^{-1/2}d(r)+^{1/2}u(g)+^{1/2}u(b) = p^+$.

При цьому піон π^- переноситься на протон p^+ , перетворюючи його в нейтрон n .

Проводячи аналогічний розгляд на прикладі протона, легко встановити можливість створення піона π^+ , і перетворення протона на нейтрон. При цьому піон π^+ переноситься на нейтрон n , перетворюючи його на протон p^+ .

Таким чином, наведена схема пояснює в рамках Стандартної моделі сильну взаємодію між кварками в нуклоні і між нуклонами (безколірними частинками) в ядрах. Неприйнятні місця в цій схемі відповідають реакціям утворення піона з глюона і навпаки. Обидві реакції повинні бути малоймовірними, чи навіть неймовірними. Проте експерименти показують, що нейтральні і заряджені піони легко утворюються як при взаємодії космічних променів з атмосферою Землі, так і в лабораторних умовах.

Тепер розглянемо додаткові аспекти критики Стандартної моделі сильної взаємодії. Перше, що напрошується, це невідповідність обмінної моделі взаємодії з потенціалами, які описують сильну взаємодію між адронами. Знайдені теоретиками потенціали ніяк не впливають з обмінних процесів в адроні. Складається враження, що глюони якимось чином знають, в якому напрямку їм випромінюватись. Звідки таке знання, якщо крім глюонів нічого між адронами немає? Обмінна взаємодія в описаній моделі скоріше повинна бути хаотичною, а не строго детермінованою. То що ж направляє віртуальні глюони, забезпечуючи детерміновану взаємодію між адронами? Не зрозумілий і гіпотетичний механізм перетворення віртуального глюона в пару кварків.

Сильна взаємодія в моделі Всесвіту з мінімальною початковою ентропією

В природі діє Закон подібності. Тому взаємодію між кварками за допомогою бозонів (глюонів) можна розглянути на прикладі взаємодії між атомами за допомогою пари електронів (теж бозони) в синглетному стані. При цьому направляючою силою для руху цих бозонів буде електромагнітне поле. Отже, і рух глюонів повинен забезпечуватись відповідним полем.

Давайте змінимо схему сильної взаємодії так, щоб вона узгоджувалась з новою моделлю народження Всесвіту, як складової частини Супер-Всесвіту.

В такому разі кварки і глюони знаходяться у Світі-3, а нуклони і піони у Світі-4. Такий підхід ми використовували при розгляді слабкої взаємодії [9]. Тепер використаємо його для опису деталей сильної взаємодії між кварками і між адронами.

Як кварки так і нуклони одночасно є **носіями Поля** [4].

Можна прийняти за основу циклічне перенесення глюонів у трійці кварків [$^{1/2}d(g)+^{1/2}u(r)+^{-1/2}u(b)$] у випадку протона чи трійці [$^{1/2}d(g)+^{-1/2}d(r)+^{1/2}u(b)$] у випадку нейтрона. При цьо-

⁴ Що викликає такий обмін, не зрозуміло.

му глюон з проекцією спіну 1 переноситься на кварк, спін якого дорівнює $(-1/2)$, і навпаки, якщо проекція спіну глюона протилежна. Крім того, кольоровий склад глюона повинен відповідати кольорам кварків, між якими він переноситься. Цим і вичерпується сильна кольорова взаємодія між кварками.

Сильна безколірна взаємодія між нуклонами відбувається одночасно у Світі-3 та Світі-4. При цьому у Світі-4 маємо стандартну схему Юкави перенесення віртуального піона між нуклонами. Віртуальні піони у Світі-3 народжуються шляхом збудження **енергією Поля кварків** поляризованих вакуумних частинок $[^{1/2}d(\alpha)^{-1/2}\bar{d}(\bar{\alpha})]$ чи $[^{1/2}u(\alpha)^{-1/2}\bar{u}(\bar{\alpha})]$, де $\alpha = r, g, b$. Отже, енергія Поля кварків породить з вакуумних частинок в умовах пониженої симетрії лише нейтральну пару кварк-антикварк, яка відповідає нейтральному піону у Світі-4. Якщо ця пара народжена в трійці кварків, які є складовими нейтрона, то повинна мати кваркову структуру $\pi^0 = ^{-1/2}u(\alpha)^{1/2}\bar{u}(\bar{\alpha})$, а складовими протона - $\pi^0 = ^{-1/2}d(\alpha)^{1/2}\bar{d}(\bar{\alpha})$. При цьому нейтральні піони в Світі-4 народжуються з поляризованих Полем нуклонів вакуумних частинок Світу-4 за рахунок енергії того ж Поля.

У всіх випадках з вакуумних частинок перш за все утворюються безколірні віртуальні пари кварків у Світі-3 і нейтральні піони (самі в собі частинки і античастинки), які складаються з кварка та антикварка в синглетному стані. **При цьому енергія системи кварків, які складають нуклон, зменшується на величину збудження віртуального нейтрального піона.** Ця віртуальна пара має можливість провзаємодіяти з трійкою кварків, яка її породила (як у Світі-3 так і у Світі-4), чи повернутися до вакууму. В останньому випадку відновлюється енергія Поля нуклона.

Віртуальна пара (піон π^0) має можливість переміститися до іншого нуклона, спричинюючи між нуклонами сильну безколірну взаємодію. Переміщення віртуального піона між нуклонами спричинює переміщення у зворотному напрямку енергії Поля, яка викликала народження віртуальної пари⁵. Після переміщення віртуальний піон повернеться до вакууму. При цьому енергія Поля нуклона зросте до стандартного стану. **Перекивання скалярних Полів взаємодіючих нуклонів і зменшення сумарної енергії Полів зумовить як напрямки переміщення віртуального бозона, так і взаємодію між нуклонами** (рис.1.). Отже, роль Поля при взаємодії між нуклонами за участю бозонів подібна до ролі електромагнітного поля при взаємодії між атомами за участю пари електронів в синглетному стані.

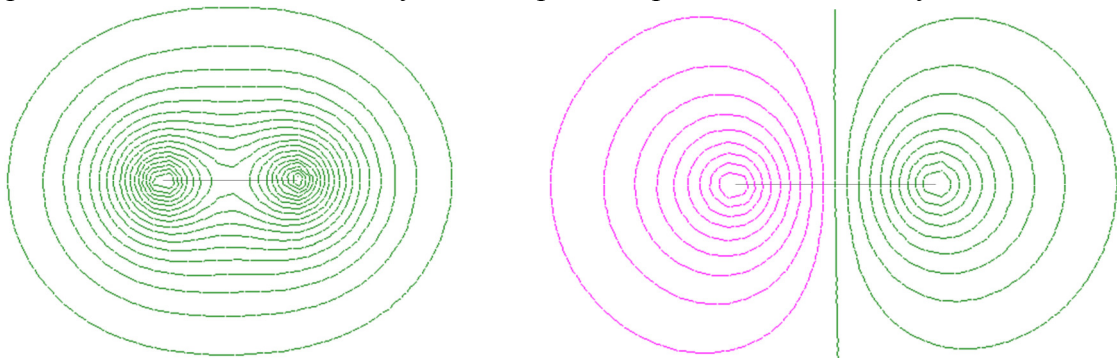


Рис.1. Перекивання скалярних Полів взаємодіючих нуклонів в триплетному стані (зліва) і в синглетному стані (справа).

Після народження в Полі нейтрона віртуального піона $\pi^0 = ^{-1/2}u(\alpha)^{1/2}\bar{u}(\bar{\alpha})$ можливий обмін кварками без зміни кольорів

$$^{-1/2}d(\alpha) + \pi^0 = ^{-1/2}d(\alpha)^{1/2}\bar{u}(\bar{\alpha}) + ^{-1/2}u(\alpha) = \pi^- + ^{-1/2}u(\alpha). \quad (13)$$

При цьому з нейтрона вилітає π^- , а нейтрон перетворюється на протон.

Аналогічно протікає реакція в Полі протона. При цьому відбувається обмін кварками

⁵ Переміщення піона нагадує переміщення корабля по вузькому руслу між двома невеликими водоймами. Корабель витісняє частину води з водойми, в якій він знаходиться. Переміщення корабля в другу водойму спричинює перетікання води з другої водойми в першу.

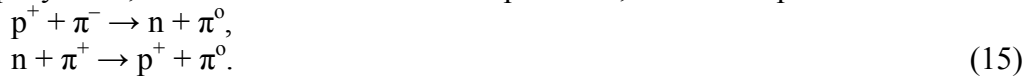
$$^{-1/2}u(\alpha)+\pi^0=^{-1/2}u(\alpha)+^{-1/2}d(\alpha)^{1/2}\bar{d}(\bar{\alpha})=^{-1/2}u(\alpha)^{1/2}\bar{d}(\bar{\alpha})+^{-1/2}d(\alpha)=\pi^++^{-1/2}d(\alpha) \quad (14)$$

Отже, з протона вилітає π^+ , а протон перетворюється в нейтрон. Можна очікувати, що обмін кварками з віртуальним нейтральним піоном буде вимагати додаткової енергії від Поля кварків.

Переміщення зарядженого піона до нуклона-партнера потребує зворотної реакції перетворення зарядженого піона в нейтральний піон і релаксації останнього до вакуумного стану. При цьому у всіх процесах перетворення антикварк, що входить до віртуальної частинки, залишається у складі віртуальної частинки.

Процес народження віртуальної частинки і її релаксація до віртуального стану нагадує коливальний рух. Тому цей процес постійно протікає, забезпечуючи постійною величиною взаємодії між кварками і між нуклонами.

Існує **додаткова можливість** для прояву сильної взаємодії між нуклонами. У Світі-4 піон π^+ є античастинкою до π^- . Отже, енергія сумарного Поля нейтрона та протона спроможна народити віртуальну пару ($\pi^-\pi^+$). В електростатичному полі протона ця віртуальна пара поляризується, після чого π^- взаємодіє з протоном, а π^+ з нейтроном:



Останнім процесом в реакціях (15) є повернення нейтральних піонів до вакуумного стану.

У Світі-3 утворення віртуальної пари ($\pi^-\pi^+$) означає одночасне утворення кваркових віртуальних пар $^{-1/2}d(\alpha)^{1/2}\bar{d}(\bar{\alpha})$ та $^{-1/2}u(\alpha)^{1/2}\bar{u}(\bar{\alpha})$. В полі групи кварків, які складають протон та нейтрон відбувається поляризація цих пар і обмін кварками в їхніх структурах:

$$^{-1/2}d(\alpha)^{1/2}\bar{d}(\bar{\alpha}) + ^{-1/2}u(\alpha)^{1/2}\bar{u}(\bar{\alpha}) \rightarrow ^{-1/2}u(\alpha)^{1/2}\bar{d}(\bar{\alpha}) + ^{-1/2}d(\alpha)^{1/2}\bar{u}(\bar{\alpha}), \quad (16)$$

чому у Світі-4 відповідає утворення піонів π^+ та π^- .

Перша з утворених пар має заряд «+», а друга – «-». Група кварків, що складає нейтрон, поєднується з першою парою:

$$(^{-1/2}d(r)+^{1/2}u(g)+^{1/2}d(b)) + (^{-1/2}u(r)^{1/2}\bar{d}(\bar{r})) \rightarrow (^{-1/2}u(r)+^{1/2}u(g)+^{1/2}d(b)) + (^{-1/2}d(r)^{1/2}\bar{d}(\bar{r})). \quad (17)$$

Як наслідок, утворюються дві групи кварків, які складають протон і нейтральний піон.

Аналогічно, група кварків, що складає протон, поєднується з другою парою:

$$(^{-1/2}u(r)+^{1/2}u(g)+^{1/2}d(b)) + (^{-1/2}d(\alpha)^{1/2}\bar{u}(\bar{\alpha})) \rightarrow (^{-1/2}d(r)+^{1/2}u(g)+^{1/2}d(b)) + (^{-1/2}u(\alpha)^{1/2}\bar{u}(\bar{\alpha})). \quad (18)$$

Тепер утворилась група кварків, що складає нейтрон і нейтральний піон.

Важливо відмітити, що при розгляді взаємодії двох протонів чи двох нейтронів реакція (16) неможлива. Отже, між однаковими нуклонами можлива взаємодія лише завдяки обміну нейтральними піонами. А це в свою чергу приводить до неможливості утворення стабільного ядра гелію-2, яке складалося б лише з двох протонів (біпротона).

Згідно з літературними даними енергія взаємодії між протонами в біпротоні складає -0,5 МеВ. Оскільки енергія електростатичного відштовхування дорівнює ≈ 1 МеВ, то на долю енергії зв'язування за рахунок переносу нейтрального піона приходиться 0,5 МеВ [10,11]. Така ж енергія зв'язування повинна існувати і в бінейтроні. Проте, бінейтрон нестабільний за рахунок протікання реакції слабкої взаємодії.

З іншого боку, в дейтроні енергія взаємодії складає 2,22457 МеВ [12], оскільки вона зумовлена переносом пари заряджених піонів (значно більша енергія зв'язку).

Відмітимо ще одну важливу деталь. В основному стані дейтрон і бінейтрон мають спіні 1. Якщо величина спіна буде дорівнювати нулеві, то енергія зв'язку між нуклонами зменшиться на порядок. Причину такого результату легко зрозуміти, розглядаючи рис.1. Певному напрямку спіна відповідає додатна амплітуда Поля, а протилежному напрямку – від'ємна. В такому разі в триплетному стані амплітуди складаються, створюючи канал для переміщення піона (рис.1, зліва). В синглетному стані в грубому наближенні канал відсутній (рис.1, справа). Проте, з квантової хімії ми знаємо, що лише в триплетному стані система може знаходитися в стані з чисто ковалентним зв'язком, в той час як в синглетному стані обов'язково домішується іонний зв'язок [13]. Міркуючи аналогічно, можна зрозуміти, що в синглетному стані бінейтрона повинен проявлятися слабкий канал зв'язку. При цьому може існувати кілька механізмів такого зв'язку, серед яких варто виділити претресію спінів в магнітному

полі іншого спіна, а також коливальні процеси переміщення кварків в межах бінейтрона. І справді, є дані, що енергія такого зв'язку в бінейтроні дорівнює ≈ 70 кеВ [11]. І тим не менше, для створення Всесвіту і атомів Поле використовує бінейтрони в синглетному стані.

Релаксація віртуальних нейтральних піонів, утворених при протіканні реакцій (17) та (18), до вакуумного стану сприяє народженню наступної пари віртуальних піонів. І так до безмежності в часі⁶. Така схема легко пояснює появу заряджених піонів при взаємодії космічних променів з атмосферою Землі.

Взаємодія між кварками, які входять до структури заряджених чи нейтральних піонів, відбувається лише за участю глюонів g_3 та g_8 (тобто, $r\bar{r}, g\bar{g}, b\bar{b}$), які не змінюють колір та аромат кварків, проте відбувається обмін спінами. В цих парах кварків можливе також народження нейтральної пари віртуальних кварків з тими ж кольоровими зарядами.

Оскільки нейтральний піон сам в собі є античастинкою, час його життя дуже малий (див. вище). Інша справа – заряджений піон, який складається з кварка та антикварка з різни- ки ароматами. Така пара кварків неспроможна анігілювати і тому час її життя збільшений більш ніж на 8 порядків. Це зумовлено тим, що заряджений піон повинен спочатку обміня- тись кварками з оточуючим кварковим середовищем з утворенням нейтрального піона, який після цього анігілює.

Таким чином, розгляд сильної взаємодії в рамках моделі Всесвіту з мінімальною поча- тковою ентропією виглядає просто і переконливо. І при цьому видно, що повинно існувати цілеспрямоване перенесення бозона між кварками чи між нуклонами. І цей напрям забезпе- чує скалярне Поле, яким наділені всі масові частинки. Перекривання між розподілом Поля двох сусідніх кварків чи нуклонів забезпечує утворення містка для перенесення бозонів, від- повідальних за сильну взаємодію.

Важливим є розуміння того, що збудження з вакуумних станів віртуальних бозонів за- безпечується виключно наявністю Поля в околі всіх масових частинок. При цьому наро- дження віртуального бозона чи пари віртуальних бозонів можливе лише в межах взаємодію- чих кварків чи нуклонів.

Висновки

На підставі розгляду сильної взаємодії в Стандартній моделі і в моделі Всесвіту з міні- мальною початковою ентропією показано наступне:

1. Існує багато претензій до фізики сильної взаємодії, прийнятої в Стандартній моделі: а) реакції утворення з глюона кольорової пари кварків у триплетному стані і навпаки повинні бути малоймовірними, чи навіть неймовірними; б) існує невідповідність обмінної моделі вза- ємодії з потенціалами, які описують сильну взаємодію між адронами; в) невідомо, звідки глюони знають, в якому напрямку їм переміщуватись для появи сильної взаємодії.

2. В новій моделі кожен кварк і кожен адрон є одночасно носієм Скалярного Поля. Це Поле повністю управляє процесами випромінювання і поглинання глюонів, народженням віртуальних пар частинок з вакууму, участю глюонів і віртуальних пар частинок в процесах сильної взаємодії.

3. Перенесення глюона між кварками повністю детерміноване: воно відбувається між кварками зі зміною спіну на одиницю; кольорова характеристика глюона узгоджена з кольо- рами кварків, між якими відбувається перенесення глюона. Характеристики глюона і напрям перенесення задає скалярне Поле.

4. Глюон не може перетворитися на віртуальну кольорову пару кварків і не може спон- танно розпадатися на глюони.

5. Процеси народження віртуальних пар кварків у Світі-3 повністю синхронізовані з народженням піонів у Світі-4. Як віртуальні пари кварків так і віртуальні пари піонів наро- джуються шляхом збудження відповідних вакуумних частинок енергією скалярного Поля,

⁶ В коливальному процесі збуджений стан віртуальної пари відповідає потенціальній енергії, а процес релак- сації до вакуумного стану – кінетичній енергії.

локалізованого на масових частинках (відповідно, на кварках і нуклонах). Народження пари кварк-антикварк у Світі-3 відповідає народженню нейтрального піона π^0 у Світі-4. Перенесення піона π^0 між нуклонами дає вклад в сильну взаємодію між ними. При народженні віртуального піона π^0 в околі нуклона зменшується енергія Поля нуклона. Переміщення піона до іншого нуклона супроводжується переміщенням енергії Поля у зворотному напрямку. Повернення піона до вакуумного стану відновлює енергію Поля нуклона. Процес народження і рекомбінація віртуальних пар є коливальним процесом, який повторюється безмежно.

6. Сумарне скалярне Поле протона і нейтрона має здатність збуджувати віртуальну пару ($\pi^- \pi^+$), що у Світі-3 означає одночасне утворення двох кваркових віртуальних пар $^{-1/2}d(\alpha)^{1/2}\bar{d}(\bar{\alpha})$ та $^{-1/2}u(\alpha)^{1/2}\bar{u}(\bar{\alpha})$, їхню поляризацію в кулонівському полі протона і перетворення на дві заряджені віртуальні пари $^{-1/2}u(\alpha)^{1/2}\bar{d}(\bar{\alpha})$ та $^{-1/2}d(\alpha)^{1/2}\bar{u}(\bar{\alpha})$, перша з яких відповідає π^+ , а друга - π^- . Перша віртуальна пара перетворює нейтрон на протон, а друга – протон на нейтрон. В результаті протікання таких процесів в обох випадках утворюється нейтральний віртуальний піон, який перетворюється на вакуумну частинку. Такий процес дає значно більший вклад в сильну взаємодію, ніж у випадку народження віртуального нейтрального піон.

7. Сильна взаємодія між двома протонами чи двома нейтронами реалізується виключно внаслідок перенесення нейтрального піона. Проте, така взаємодія неспроможна подолати кулонівське відштовхування між протонами в гіпотетичному ядрі гелію-2, внаслідок чого таке ядро не існує.

8. Взаємодія між кварками, які є складовими піонів, відбувається за рахунок обміну глюонами, які не змінюють колір і аромат кварків.

9. Підвищена стабільність заряджених вільних піонів порівняно з нейтральними піонами пояснюється необхідністю протікання реакції обміну кварками $^{-1/2}u(\alpha) \leftrightarrow ^{-1/2}d(\alpha)$ з оточуючим середовищем. При цьому утворюються нейтральні піони, які швидко анігілюють.

Література

[1]. Petro O. Kondratenko. The Birth and Evolution of the Universe with Minimal Initial Entropy. // International Journal of Physics and Astronomy. December 2015, Vol. 3, No. 2, pp. 1-21. Published by American Research Institute for Policy Development DOI: 10.15640/ijpa.v3n2a1. URL: <http://dx.doi.org/10.15640/ijpa.v3n2a1>

[2]. D. Husemöller. Fibre Bundles. Springer Science & Business Media, 1994.- 353 p.

[3]. Gerlovin I. L. Basics of a unified theory of all interactions in matter. – Leningrad. – 1990. – 433 p. (<http://www.twirpx.com/file/365484/>).

[4]. Petro O. Kondratenko. Scalar Field in Model of the Universe with Minimal Initial Entropy // International Journal of Advanced Research in Physical Science. - 2017. - Volume-4 Issue-4. – pp. 1-9.

[5]. F.J. Yndurain. Quantum Chromodynamics. An Introduction to the Theory of Quarks and Gluons. / Springer Verlag. New York, Berlin, Heidelberg, Tokio. – 1983. 288 p.

[6]. I.M. Dremin, A.B. Kaidalov. Quantum chromodynamics and phenomenology of strong interactions // Physics-Uspekhi (Advances in Physical Sciences), Bd. 176, No 3., P. 275, 2006.

[7]. Nakamura, K (2010). "Review of Particle Physics". Journal of Physics G: Nuclear and Particle Physics. 37 (7A): 075021. [Bibcode:2010JPhG...37g5021N](https://arxiv.org/abs/2010JPhG...37g5021N). [doi:10.1088/0954-3899/37/7A/075021](https://doi.org/10.1088/0954-3899/37/7A/075021)

[8]. David J. Griffiths. Introduction to elementary particles. [Harper & Row](https://www.harpercollins.com/9780060386441) – 1987. ISBN 0-471-60386-4.

[9]. Petro O. Kondratenko. Quarks and Leptons in the Model of the Universe with a Minimum Initial Entropy. // International Journal of Physics and Astronomy. December 2015, Vol. 3, No. 2, pp. 51-69. Published by American Research Institute for Policy Development DOI: 10.15640/ijpa.v3n2a4. URL: <http://dx.doi.org/10.15640/ijpa.v3n2a4>

[10]. Okun L B "The fundamental constants of physics" *Sov. Phys. Usp.* **34** (9) 818–826 (1991).

[11]. A. Spyrou, Z. Kohley, T. Baumann, D. Bazin, B. A. Brown, G. Christian, P. A. DeYoung, J. E. Finck, N. Frank, E. Lunderberg, S. Mosby, W. A. Peters, A. Schiller, J. K. Smith, J. Snyder, M. J. Strongman, M. Thoennessen, and A. Volya. First Observation of Ground State Dineutron Decay: ^{16}Be // *Phys. Rev. Lett.* — 2012. — V. 108. — P. 102501. — [DOI:10.1103/PhysRevLett.108.102501](https://doi.org/10.1103/PhysRevLett.108.102501).

[12]. [CODATA Internationally recommended values of the Fundamental Physical Constants from NIST](https://www.nist.gov/codata).

[13]. S.Wilson. *Electronic correlations in molecules*. - Oxford University Press. 1984

Анотація

В статті розглянута природа сильної взаємодії в Стандартній моделі і в моделі Всесвіту з мінімальною початковою ентропією. Показано, що в моделі Всесвіту з мінімальною початковою ентропією усуваються багато недоліків теорії сильної взаємодії, прийнятої в Стандартній моделі. Нова модель виходить з того, що кожна частинка в розширеному просторі Супер-Всесвіту, що має масу, є одночасно носієм Скалярного Поля. Це Поле повністю управляє процесами випромінювання і поглинання глюонів, народженням віртуальних пар частинок з вакууму, участю глюонів і віртуальних пар частинок в процесах сильної взаємодії. В околі адронів або групи адронів з однаковими електричними зарядами Скалярне Поле може породжувати тільки нейтральні піони. При народженні віртуального піона π^0 в околі нуклона зменшується енергія Поля нуклона. Переміщення піона до іншого нуклона супроводжується переміщенням енергії Поля в зворотному напрямку. Повернення піона у вакуумний стан відновлює енергію Поля нуклона. Процес народження і рекомбінація віртуальних пар є коливальним процесом, який повторюється нескінченно. Сумарне Скалярне Поле протона і нейтрона має здатність породжувати віртуальну пару ($\pi^+\pi^-$), що в Світі-3 означає одночасне утворення двох кваркових віртуальних пар $^{-1/2}d(\alpha)^{1/2}\bar{d}(\bar{\alpha})$ і $^{-1/2}u(\alpha)^{1/2}\bar{u}(\bar{\alpha})$, їх поляризацію в кулонівському полі протона і перетворення в дві заряджені віртуальні пари, перша з яких відповідає π^+ , а друга - π^- .

Ключові слова: модель Всесвіту з мінімальною початковою ентропією, елементарні частинки вакууму, Скалярне Поле, віртуальні пари частинок, сильна взаємодія.