
Серия: ФИЗИКА

Хмельник С.И.ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-1493-6630>

О природе сильных взаимодействий

Аннотация

Существующее представление о природе ядерных сил обладает рядом недостатков. В статье доказывается, что эти силы могут быть обоснованы как следствие уравнений Максвелла. При этом предполагается, что нуклоны вращаются вокруг собственной оси с некоторой угловой скоростью ω . Показано, что обнаруженные отталкивающие силы превышают кулоновские силы притяжения в ω раз. Показано, что, несмотря на взаимное притяжение, вращающиеся нуклоны не могут соприкасаться.

Оглавление

1. Вступление \ 1
2. Взаимодействие движущихся электрических зарядов \
3. Взаимодействие вращающихся электрически заряженных тел \
4. Уравнения Максвелла для гравитомагнетизма \
5. Некоторые свойства нуклонов \
- Приложение \
- Литература \ 13

1. Вступление

Пишут: *«Необходимость введения понятия сильных взаимодействий возникла в 1930-х годах, когда стало ясно, что ни явление гравитационного, ни явление электромагнитного взаимодействия не могли ответить на вопрос, что связывает нуклоны в ядрах.»* Сильные взаимодействия между нуклонами сегодня описываются в весьма сложной теории, содержащей много предположений и представляющей собой *«эклектическую картину: рядом с математически строгими вычислениями соседствуют полуколичественные подходы, основанные на квантовомеханической*

интуиции, которые, однако, прекрасно описывают экспериментальные данные.» [1]

Ниже вновь предпринимается попытка описать сильные взаимодействия между нуклонами как вариант гравитационных взаимодействий. Предлагаемая теория может быть легко проверена, поскольку (как только что сказано) существуют прекрасно описанные экспериментальные данные – не нужны будут долгие обсуждения и споры.

2. Взаимодействие движущихся электрических зарядов

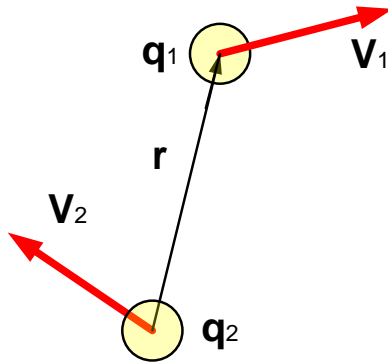


Рис. 1.

Рассмотрим рис. 1, где в точках А и В показаны два заряда q_1 и q_2 , движущиеся со скоростями v_1 и v_2 соответственно. Известно [2], что магнитная индукция поля, создаваемого зарядом q_2 в точке, где в данный момент находится заряд q_1 , равна (здесь и далее мы используем систему СИ)

$$\overline{B} = \frac{\mu}{4\pi} q_2 (\overline{v}_2 \times \overline{r}) / r^3. \quad (1)$$

При этом вектор \overline{r} направлен из точки, где находится движущийся заряд q_2 . Сила Лоренца, действующая на заряд q_1 со стороны заряда q_2 ,

$$\overline{F}_{12} = q_1 \left((\overline{v}_1 - \overline{v}_2) \times \overline{B} \right) \quad (2)$$

или

$$\overline{F}_{12} = \frac{\mu}{4\pi} q_1 q_2 \left((\overline{v}_1 - \overline{v}_2) \times (\overline{v}_2 \times \overline{r}) \right) / (r^3). \quad (3)$$

Здесь $(\overline{v_1} - \overline{v_2})$ - скорость движения заряда q_1 относительно заряда q_2 , т.е. относительно поля с магнитной индукцией \overline{B} . Проекцию силы (3) на вектор \overline{r} обозначим как

$$\overline{F_{12r}}. \quad (5)$$

Аналогично, сила Лоренца, действующая на заряд q_2 со стороны заряда q_1

$$\overline{F_{21}} = \frac{\mu}{4\pi} q_2 q_1 ((\overline{v_2} - \overline{v_1}) \times (\overline{v_1} \times \overline{-r}))/r^3. \quad (6)$$

или

$$\overline{F_{21}} = -\frac{\mu}{4\pi} q_2 q_1 ((\overline{v_2} - \overline{v_1}) \times (\overline{v_1} \times \overline{r}))/r^3. \quad (7)$$

Проекцию силы (7) на вектор \overline{r} обозначим как

$$\overline{F_{21r}}. \quad (7.1)$$

Очевидно, общая сила притяжения зарядов q_1 и q_2 равна

$$\overline{F} = \overline{F_{12r}} - \overline{F_{21r}}. \quad (7.2)$$

или равна проекции на вектор \overline{r} силы

$$\overline{F} = 2 \frac{\mu}{4\pi} q_2 q_1 r^{-3} \left(\begin{aligned} &((\overline{v_1} - \overline{v_2}) \times (\overline{v_2} \times \overline{r})) \\ &+ ((\overline{v_2} - \overline{v_1}) \times (\overline{v_1} \times \overline{r})) \end{aligned} \right). \quad (7.3)$$

Эта проекция равна

$$\overline{F_r} = 2 \frac{\mu}{4\pi} q_2 q_1 r^{-3} \overline{f_r}, \quad (8)$$

где $\overline{f_r}$ проекция на вектор \overline{r} силы

$$\overline{f} = \left(\begin{aligned} &((\overline{v_1} - \overline{v_2}) \times (\overline{v_2} \times \overline{r})) \\ &+ ((\overline{v_2} - \overline{v_1}) \times (\overline{v_1} \times \overline{r})) \end{aligned} \right) \quad (8a)$$

или

$$\overline{f} = \left((\overline{v_1} \times (\overline{v_2} \times \overline{r})) + (\overline{v_2} \times (\overline{v_1} \times \overline{r})) \right) \quad (9)$$

Известно, что проекция вектора $\overline{f_r}$ на вектор \overline{r} определяется как

$$\overline{f_r} = (\overline{f} \cdot \overline{r})/r \quad (10)$$

Из (8, 10) находим:

$$\overline{F_r} = 2 \frac{\mu}{4\pi} q_2 q_1 r^{-3} \overline{f_r}. \quad (11)$$

Здесь мы пренебрегаем механическими силами, рассматривая безмассовые заряды.

Здесь мы также пренебрегаем силами взаимодействия статических зарядов. Однако энергия этой пары электрических зарядов – это энергия электрического поля этих зарядов. Появление второго заряда рядом с первым не изменяет энергию первого и второго заряда. Их взаимное движение не может изменить их общую энергию. Таким образом, рассматриваемое движение происходит без

расхода энергии. Этот процесс можно сравнить с движением электромагнитной волны: есть движение, но энергия волны сохраняется; есть поток энергии, но нет изменения энергии волны. В нашем случае также есть движение зарядов (и связанное с этим движение энергии), но нет изменения полной энергии.

3. Взаимодействие вращающихся электрически заряженных тел

Пусть заряды q_1 и q_2 находятся в телах T_1 и T_2 соответственно, которые вращаются вокруг своей оси с угловыми скоростями $\overline{\omega}_1$ и $\overline{\omega}_2$ соответственно. Тогда векторы линейных скоростей

$$\overline{v}_1 = \overline{\omega}_1 \times \overline{a}_1, \quad (12)$$

$$\overline{v}_2 = \overline{\omega}_2 \times \overline{a}_2, \quad (13)$$

На рис. 2 показаны эти тела, заряды q_1 и q_2 и векторы \overline{a}_1 и \overline{a}_2 положения этих зарядов. Имеем:

$$\overline{a}_2 + \overline{r} - \overline{a}_1 - \overline{L} = 0 \quad (14)$$

или

$$\overline{r} = \overline{a}_1 + \overline{L} - \overline{a}_2. \quad (15)$$

Таким образом, из (11, 12, 13) следует, что

$$\overline{F}_r = \frac{\mu}{4\pi} q_2 q_1 \omega_2 \omega_1 \overline{F}_{r0}(\overline{a}_1, \overline{a}_2), \quad (16)$$

где

$$\overline{F}_{r0}(\overline{a}_1, \overline{a}_2) = r^{-4}(\overline{f} \cdot \overline{r}) \quad (17)$$

- функция, определяемая по (15, 13, 12, 9) при данных \overline{L} , $\overline{\omega}_1$, $\overline{\omega}_2$.

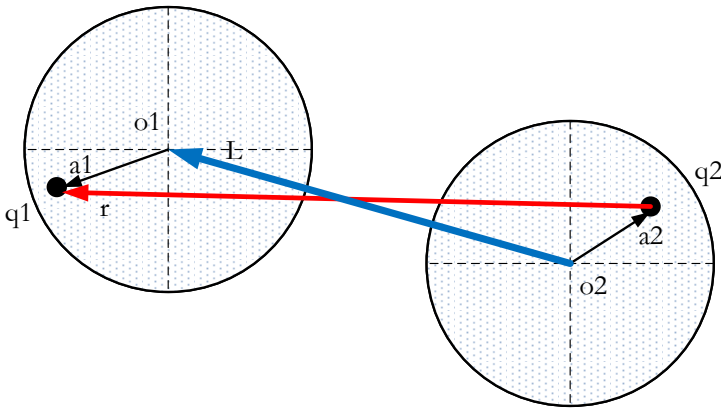


Рис. 2.

4. Уравнения Максвелла для гравитомагнетизма

В [3] автор предложил новое решение уравнений Максвелла для гравитомагнетизма, которое используется для построения математических моделей различных природных явлений (песчаного вихря, морских течений, водоворота, воронки, водного солитона, водного и песчаного цунами, турбулентных течений, дополнительных (неньютоновских) сил взаимодействия небесных тел). Во всех этих моделях используется представление о массовых токах, как о потоках частиц масс. Скорость массовых частиц может быть очень мала и часто их поток может быть невидим также, как поток электронов. Но существование указанных явлений и возможность построения указанных математических моделей, аналогичных математическим моделям постоянного тока в электродинамике [4], подтверждают предположение о существовании массовых токов и взаимодействии массовых частиц, полностью аналогичном взаимодействию электрических зарядов.

На основе этого можно предположить, что любое движение тела сопровождается массовым током, аналогично тому, как вращение заряженного тела сопровождается конвекционным электрическим током. Эйхенвальд [5] показал, что такой ток создает магнитную индукцию. Исходя из полной аналогии между уравнениями Максвелла для электродинамики и гравитомагнетизма [2] можно утверждать, что при движении тела создается гравитомагнитная индукция. На массу m , движущуюся в гравитомагнитном поле со скоростью v , действует гравитомагнитная сила Лоренца (аналог магнитной силы Лоренца).

В электродинамике магнитная индукция B определена через магнитную напряженность H как $B = \mu H$, где μ - абсолютная магнитная проницаемость среды, причем для вакуума $\mu \approx 10^{-6}$.

В электродинамике гравитомагнитная индукция B определена через гравитомагнитную напряженность H как

$$B = G\xi H, \quad (18)$$

где $G \approx 10^{-11}$ - гравитационная постоянная, $\xi \approx 10^{12}$ - коэффициент гравитационной проницаемости вакуума определенный экспериментально. Для дальнейшего заметим, что

$$G\xi \approx 10^7 \mu, \quad (19)$$

Таким образом, используемые выше формулы применимы в гравитомагнетизме при замене коэффициента μ на коэффициент $G\xi$. При этом весь математический аппарат (включая обозначения),

описанный выше в применении к электродинамике мы можем использовать для описания взаимодействия тел, обладающих массой, а под зарядами понимать элементарные массы - ЭМ.

5. Некоторые свойства нуклонов.

Используем вышесказанное для описания взаимодействия нуклонов. При этом мы будем полагать, что нуклон представляет собой шар с равномерным распределением массы по объему, имеет угловую скорость вращения вокруг собственной оси и эта ось сохраняет свою ориентацию при перемещениях нуклона. Несколько предыдущих выводов мы можем применить непосредственно к нуклонам.

Нуклоны содержат множество равномерно распределенных ЭМ. Интегрируя функции (16, 17) по объемам двух нуклонов, можно найти функцию притяжения этих нуклонов. Если q_2, q_1 - ЭМ, то сила притяжения двух нуклонов, имеющих объемы V , определяются по (16, 17) как

$$\overline{F}_V = \int_V \overline{F}_r dV = \frac{\mu}{4\pi} q_2 q_1 \omega_2 \omega_1 \int_V \overline{F}_{r0}(\overline{a}_1, \overline{a}_2) dV. \quad (21)$$

Суммарная масса нуклона

$$Q = \int_V q dV. \quad (22)$$

Если тело нуклона разбито на n^3 элементов, содержащих ЭМ q , то

$$q = Q/n^3. \quad (23)$$

Тогда сила притяжения двух нуклонов, имеющих объемы V ,

$$\overline{F}_V = \sum_V (\overline{F}_r) = An^{-3} \sum_V (\overline{F}_{r0}), \quad (24)$$

где

$$A = \frac{\mu}{4\pi} Q_2 Q_1 \omega_2 \omega_1. \quad (24a)$$

Далее мы будем ссылаться программы, в которых обозначено:

D - диаметр нуклона,

R - расстояние между центрами нуклонов,

δ - зазор между нуклонами (по линии, соединяющей центры нуклонов).

При этом

$$L = D + \delta, \quad (25)$$

$$\overline{L} = [L, 0, 0]. \quad (26)$$

В приведенных примерах указывается **относительная сила взаимодействия**, а именно отношение этой силы взаимодействия (24) к диаметру нуклона D :

$$\overline{F_{V0}} = \overline{F_V}/D. \quad (27)$$

В примере 1 показано, что при $A=1$

$$\overline{F_{V0}} \approx e^{-5(\log(D)+1)}. \quad (28)$$

Из (27, 28) получаем:

$$\begin{aligned} \overline{F_{V0}}/A &\approx e^{-(6\log(D)+5)} = 10^{-\log(e)(6\log(D)+5)} = \\ &= 10^{-0.43(6\log(D)+5)} = 10^{-(2.6\log(D)+2.2)}, \end{aligned} \quad (29)$$

$$\overline{F_V} = AD\overline{F_{V0}} = AD10^{-(2.6\log(D)+2.2)}. \quad (30)$$

Пусть

$$D = 10^{-a}. \quad (31)$$

Тогда

$$\overline{F_V} = AD\overline{F_{V0}} = A \cdot 10^{(2.6a-2.2)}. \quad (32)$$

Для сравнения рассмотрим кулоновскую силу отталкивания двух соприкасающихся нуклонов:

$$\overline{F_k} = \frac{1}{4\pi\epsilon} \frac{q_2q_1}{D^2/4} \approx \frac{q_2q_1}{\pi D^2 10^{-11}} \quad (33)$$

или, с учетом (31),

$$\overline{F_k} \approx \frac{Q_2Q_1}{\pi} 10^{2a+11}. \quad (34)$$

Таким образом,

$$\frac{\overline{F_V}}{\overline{F_k}} \approx A \cdot 10^{(2.6a-2.2)} / \frac{Q_2Q_1}{\pi} 10^{2a+11} = \frac{A\pi}{Q_2Q_1} 10^{(0.6a-13.2)}$$

или, с учетом (24),

$$\frac{\overline{F_V}}{\overline{F_k}} \approx \frac{\pi\mu\omega_2\omega_1}{4\pi} 10^{(0.6a-13.2)} \approx \omega_2\omega_1 10^{(0.6a-19)}. \quad (35)$$

Известно, что размер нуклона таков, что $a = 15$. Тогда из (35) получаем:

$$\frac{\overline{F_V}}{\overline{F_k}} \approx \omega_2\omega_1 10^{-10}. \quad (36)$$

Это означает, что сила отталкивания двух нуклонов, вращающихся с одинаковой угловой скоростью ω вокруг собственной оси, **больше** силы кулоновского притяжения одноименно заряженных нуклонов при $\omega > 10^{-5}$.

Что же происходит при сближении незаряженных нуклонов? Можно предположить, что при сближении протона и нейтрона последний поляризуется. Далее процесс идет по вышеописанному

сценарию. Однако автор не встречал сообщений о возможной поляризации нейтронов.

Ниже мы рассмотрим отталкивание незаряженных нуклонов, как частиц массы.

В **примере 1** показано также, что существует некоторая величина зазора

$$\delta = 3^{5D} \quad (37)$$

такая, что дальнейшее уменьшение зазора НЕ увеличивает силу взаимодействия.

В **примере 2** отыскиваются те соотношения между векторами $\omega_1, \omega_2, \bar{L}$, при которых существует соприкосновение нуклонов и сила взаимодействия направлена строго по вектору \bar{L} . Существование такого соотношения означало бы, что соприкосновение нуклонов является устойчивым состоянием. Показано, что такого соотношения НЕ существует! Это означает, что в устойчивом положении между нуклонами имеется зазор. Изменение этого положения вызывает такую силу взаимодействия, которая возвращает нуклоны в прежнее положение. В этом положении, конечно, существует некоторая сила взаимодействия, но движение в сторону этой силы только увеличивает эту силу, что и создает устойчивость. Для поиска такого положения и решения других задач необходимо выполнить большой объем вычислений и анализа. Кроме того, нужно иметь доступ к анализу экспериментальных данных. Автор приглашает к сотрудничеству.

Произведение $(\delta \cdot \overline{F_V})$ можно назвать потенциальной энергией связи двух нуклонов. Нуклоны соединяются так, чтобы минимизировалась потенциальная энергия взаимодействия. При этом они поворачиваются силами взаимодействия друг относительно друга, не меняя ориентацию векторов ω .

Можно предположить, что конфигурация молекулы тоже определяется взаимодействием между нуклонами атомов, а конфигурация кристаллов определяется взаимодействием между нуклонами соседних атомов соприкасающихся молекул.

Приложение

Пример 1. Программа yadra3.m

В программе $\omega_1 = [1,0,0]$, $\omega_2 = -\omega_1$. Горизонталь на графиках – ось переменного параметра « x ». При указанных $\omega_1, \omega_2, \bar{L}$ в силе \bar{F}_V превалирует составляющая, направленная вдоль вектора (6). Все результаты относятся только к этой составляющей - см. рис. 3.

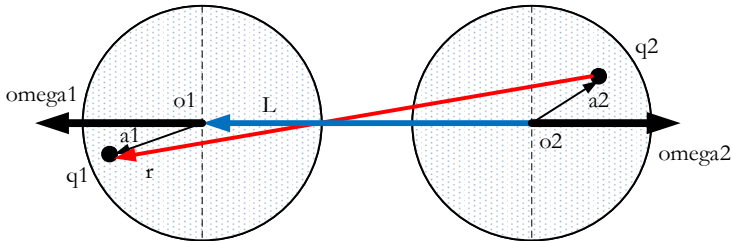


Рис. 3.

На рис. 1 в окне 1 показан натуральный логарифм функции \bar{F}_{V0} в зависимости от D при $n = 10$, $Q_1 = Q_2 = n^3$, $\delta = 10^{-3D}$. При этом $D = 10^{-x}$. Эту зависимость можно аппроксимировать функцией вида

$$\ln(\bar{F}_{V0}) \approx 5(x - 1) = -5(\log(D) + 1). \quad (30)$$

На рис. 1 в окне 2 показан натуральный логарифм функции \bar{F}_{V0} в зависимости от n при $Q_1 = Q_2 = 10^3$, $\delta = 10^{-3D}$, $D = 10^{-7}$. При этом $n = 5x$. Видно, что после $n=5$ точность вычислений НЕ возрастает при увеличении n . Это важно учесть при разработке исследовательских программ.

На рис. 1 в окне 3 показан натуральный логарифм функции \bar{F}_{V0} в зависимости от δ при $n = 10$, $Q_1 = Q_2 = n^3$, $D = 10^{-7}$. При этом $\delta = 3^{-Dx}$. Видно, что после $\delta = 3^{-5D}$ сила притяжения НЕ возрастает при уменьшении δ .

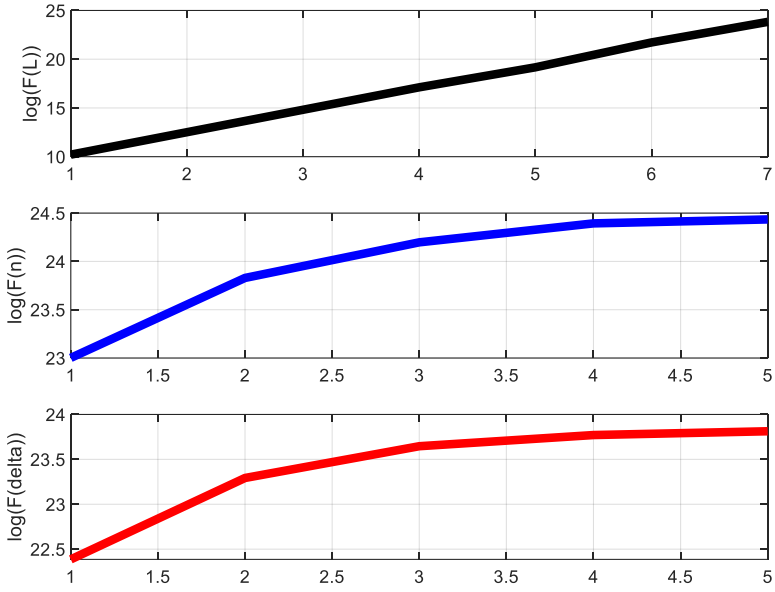


Fig. 4

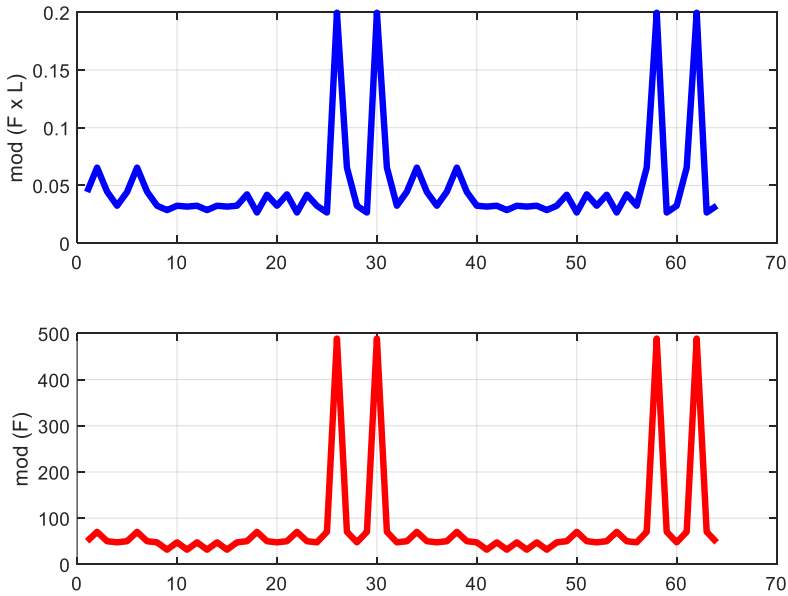


Fig.5

Пример 2. Программа uadra4.m

В этой программе при данных векторах ω_1 , ω_2 и при $\delta = 0$ перебираются всевозможные положения векторы \bar{L} в сферических координатах φ, θ . На рис. 5 в первом окне показан график модуля векторного произведения векторов $\overline{F_{V0}}$ и \bar{L} . Неравенство нулю этого вектора свидетельствует о том, что умножаемые векторы не коллинеарны. Во втором окне показан модуль вектора $\overline{F_{V0}}$.

Литература

1. Сильное взаимодействие, Википедия, https://ru.wikipedia.org/wiki/Сильное_взаимодействие
2. Зильберман Г.Е. Электричество и магнетизм, Москва, изд. "Наука", 1970.
3. Хмельник С.И. Гравитомагнетизм: природные явления, эксперименты, математические модели. 5-ая редакция, 2020, ISBN 978-1-365-62636-4, Printed in USA, Lulu Inc., ID 20262327, <http://doi.org/10.5281/zenodo.140366>
4. Хмельник С.И. Непротиворечивое решение уравнений Максвелла. 18-ая редакция, 2020, ISBN 978-1-329-96074-9. Printed in USA, Lulu Inc., ID 18555552, <http://doi.org/10.5281/zenodo.3783458>
5. А. Эйхенвальд. Электричество, М.Л. 1933, п. 282, <http://lib.izdatelstwo.com/Papers2/Eyhenvald.djvu>