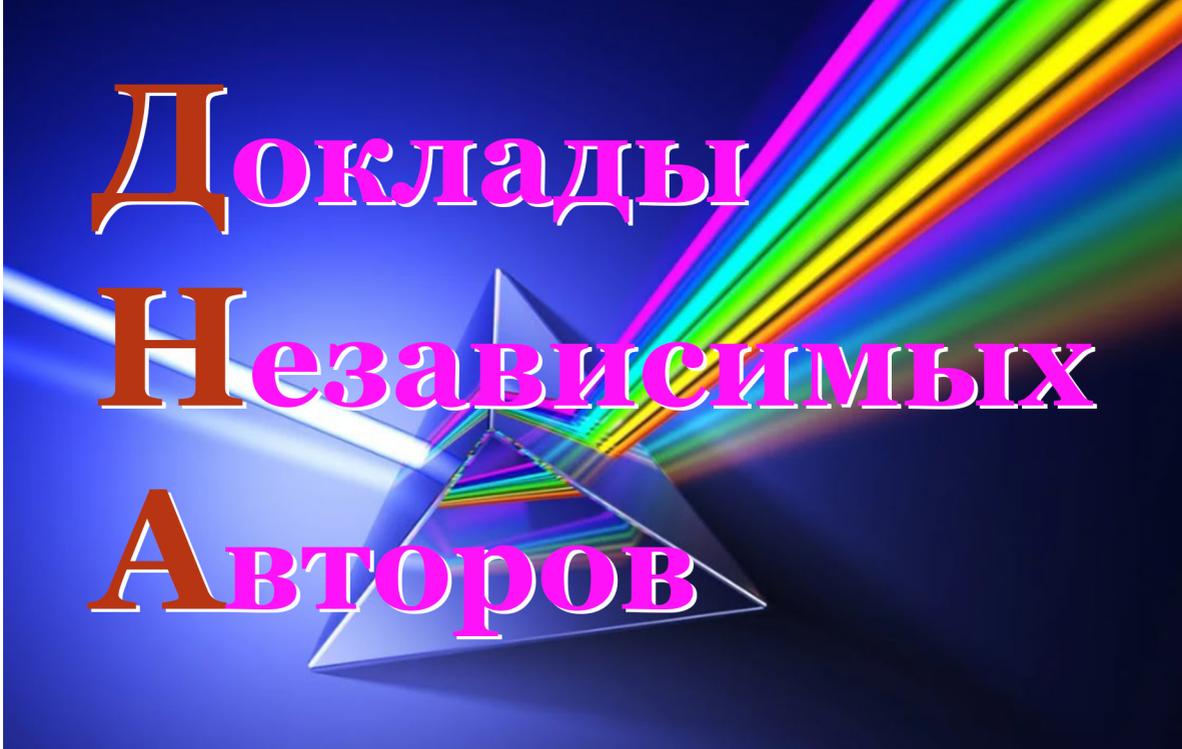


Верин Олег Гаврилович
Кочетков Виктор Николаевич
Теплов Альфред Иванович
Халецкий Михаил Борисович
Хмельник Соломон Ицкович
Чуличков Олег Геннадиевич
Эткин Валерий Абрамович



Доклады Независимых Авторы № 51

ISSN 2225-6717
выпуск 51 2021



Доклады
Независимых
Авторов

Математика
Физика

ISSN 2225-6717

ДОКЛАДЫ
НЕЗАВИСИМЫХ
АВТОРОВ

Периодическое многопрофильное печатное научно-техническое
издание

Выпуск № 51

Физика \ 5

Математика \ 144

Об авторах \ 165

2021

The Papers of independent Authors

volume 51, in Russian, 2021

Copyright © 2005 by Publisher “DNA”

Все права (авторские и коммерческие) на отдельные статьи принадлежат авторам этих статей. Права на журнал в целом принадлежат издательству «DNA».

All rights (copyright and commercial) on individual papers belong to the authors of these papers. The rights to the journal as a whole belong to the publisher «DNA».

Опубликовано 08.03.2021

Напечатано в США, Lulu Inc., ID 5d99wm

ISBN 978-1-68471-567-1

EAN-13 9772225671006

ISSN 2225-6717

Сайт со сведениями для автора –

<http://dna.izdatelstwo.com>

Контактная информация –

publisherdna@gmail.com

**Адрес: POB 15302, Bene-Ayish,
Israel, 0060860**

Художник – Гельфанд Л.М.

Фотографии для обложки были в свободном доступе в Интернете.

Передается и регистрируется в национальных библиотеках

- **России** - [Российская национальная библиотека, Российская государственная библиотека, ВИНТИ](#)
- **Израиля** - [The National Library of Israel](#),
- **США** - [The Library of Congress USA](#).

Истина – дочь времени, а не авторитета.

Френсис Бэкон

Каждый человек имеет право на свободу убеждений и на свободное выражение их; это право включает свободу беспрепятственно придерживаться своих убеждений и свободу искать, получать и распространять информацию и идеи любыми средствами и независимо от государственных границ.

Организация Объединенных Наций.

Всеобщая декларация прав человека. Статья 19

От издателя

"Доклады независимых авторов" - многопрофильный научно-технический печатный журнал на русском языке. Журнал принимает статьи к публикации из России, стран СНГ, Израиля, США, Канады и других стран. При этом соблюдаются следующие правила:

- 1) статьи не рецензируются и издательство не отвечает за содержание и стиль публикаций,
- 2) автор оплачивает публикацию,
- 3) журнал регистрируется в международных классификаторах книг (ISBN) и журналов (ISSN), идентифицируется кодом DOI, передается и регистрируется в национальных библиотеках России, Израиля, США. Этим обеспечивается приоритет и авторские права автора статьи.
- 4) коммерческие права автора статьи сохраняются за автором,
- 5) журнал издается в США,
- 6) печатный журнал продается, а в электронном виде распространяется бесплатно.

Этот журнал - для тех авторов, которые уверены в себе и не нуждаются в одобрении рецензента. Нас часто упрекают в том, что статьи не рецензируются. Но институт рецензирования не является идеальным фильтром - пропускает неудачные статьи и задерживает оригинальные работы. Не анализируя многочисленные причины этого, заметим только, что, если плохие статьи может отфильтровать сам читатель, то выдающиеся идеи могут остаться неизвестными. Поэтому мы - за то, чтобы ученые и инженеры имели право (подобно писателям и художникам) публиковаться без рецензирования и не тратить годы на "пробивание" своих идей.

Хмельник С.И.

2005

Содержание

Физика \ 5

Хмельник С.И. (*Израиль*) О природе сильных взаимодействий \ 5

Хмельник С.И. (*Израиль*) К обоснованию принципа Маха (вторая редакция). \ 16

Хмельник С.И. (*Израиль*) Квантовая механика: частица – объемная стоячая волна (вторая часть). \ 20

Хмельник С.И. (*Израиль*) К вопросу о структуре вакуума \ 32

Хмельник С.И. (*Израиль*) О природе электрического заряда и статического электрического поля \ 44

Хмельник С.И. (*Израиль*) Теоретическое обоснование эффекта Мейснера \ 52

Верин О.Г. (*Россия*) Одеядо для Солнца \ 60

Эткин В.А. (*Израиль*) Коррекция и обобщение принципов механики \ 83

Халецкий М.Б. (*Израиль*) Тормозное излучение и квантовая механика электрона / 105

Теплов А.И. (*Украина*) Маятник Фуко. Всемирный Закон сохранения пространственной ориентации на примере маятника Фуко / 122

Кочетков В.Н. (*Россия*) Попытка обоснования невозможности подтверждения теории эфира с помощью эксперимента Майкельсона-Морли \ 128

Хмельник С.И. (*Израиль*) Волновое уравнение - НЕ уравнение электромагнитной волны \ 138

Математика \ 144

Чуличков О.Г. (*Россия*) О способах представления чисел / 144

Об авторах \ 165

Последняя / 167

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

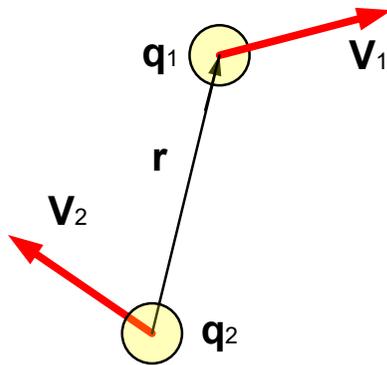


Рис. 1.

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 ,

$$\overline{F}_{12} = q_1 ((\overline{v_1} - \overline{v_2}) \times \overline{B}) \quad (2)$$

или

$$\overline{F}_{12} = \frac{\mu}{4\pi} q_1 q_2 ((\overline{v_1} - \overline{v_2}) \times (\overline{v_2} \times \overline{r})) / (r^3). \quad (3)$$

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} , $\overline{\omega}_1$, $\overline{\omega}_2$.

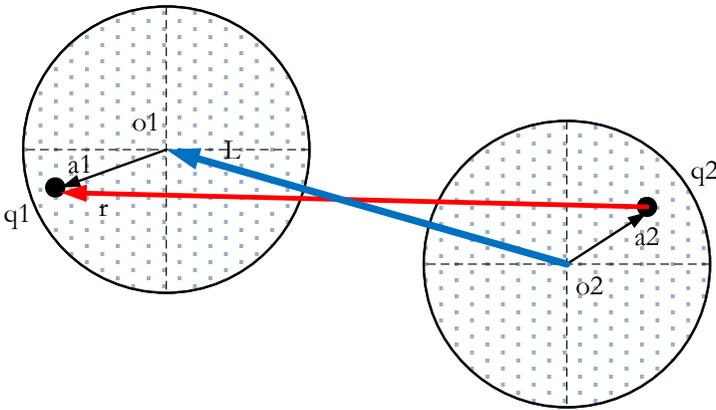


Рис. 2.

4. Уравнения Максвелла для гравитомagnetизма

В [3] автор предложил новое решение уравнений Максвелла для гравитомagnetизма, 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 гравитомagnetизма [2] можно утверждать, что при движении тела создается гравитомagnetная индукция. На массу m , движущуюся в гравитомagnetном поле со скоростью v , действует гравитомagnetная 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 гравитомagnetная индукция B определена через гравитомagnetную 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 гравитомagnetизме 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 ,

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

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 $\overline{F_V}$ превалирует составляющая, направленная вдоль вектора (6). Все результаты относятся только к этой составляющей - см. рис. 3.

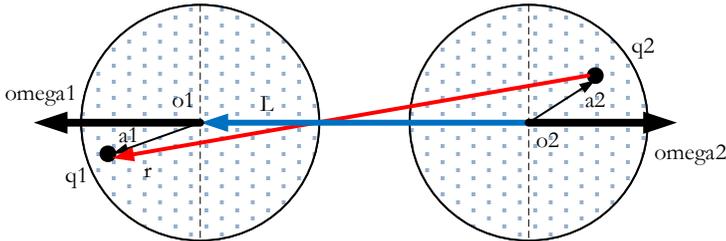


Рис. 3.

На рис. 1 в окне 1 показан натуральный логарифм функции $\overline{F_{V0}}$ 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

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

На рис. 1 в окне 2 показан натуральный логарифм функции $\overline{F_{V0}}$ 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 $\overline{F_{V0}}$ 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 .

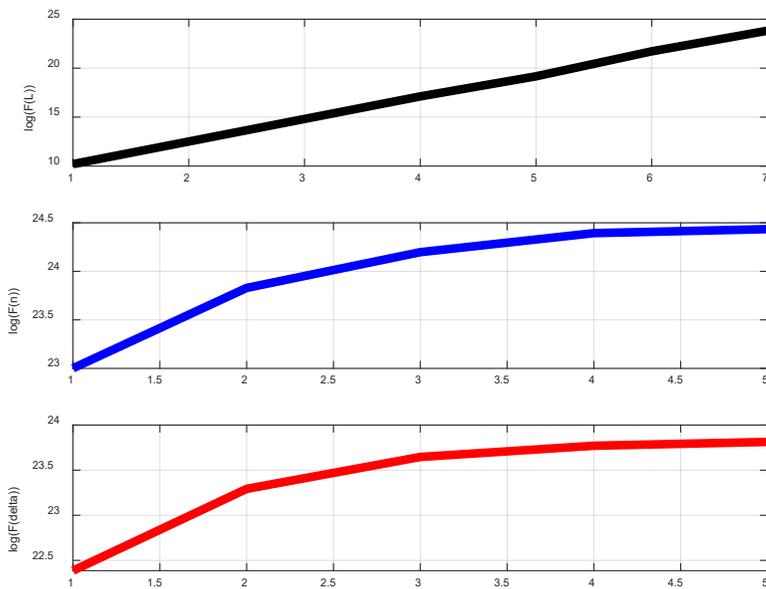


Fig. 4

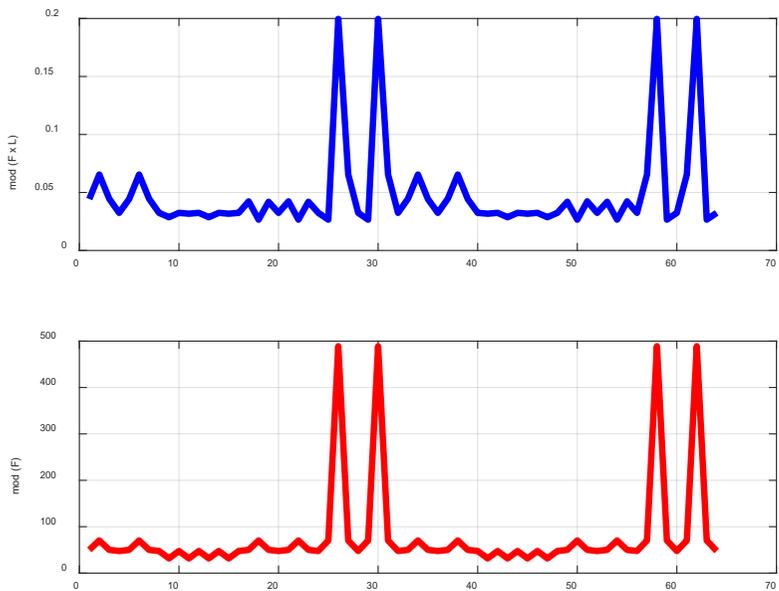


Fig.5

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>

Хмельник С.И.

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

К обоснованию принципа Маха (вторая редакция)

Аннотация

Установлена зависимость между инертной и гравитационной массами на Земле. Показано, что принцип Маха и принцип эквивалентности инертной и гравитационной масс можно исследовать экспериментально. Первая редакция - см. [1].

Известен принцип Маха, утверждающий, что инертные свойства каждого физического тела определяются всеми остальными физическими телами во Вселенной и зависят от их расположения [1]. Первая идея для проверки этого принципа состоит в том, чтобы временно и подальше убрать все тела Вселенной. Но современной суммы технологий недостаточно для реализации этой идеи. И поэтому (и пока «спасительная» идея о непознаваемости не овладела умами окончательно, как это произошло, например, в квантовой механике) попробуем попытаться понять, как Земля могла бы создавать инерцию (а все остальные тела Вселенной и без нас кто-то отодвинул на достаточное расстояние).

Как Земля могла бы создавать силу инерции, действующую на ускоряющееся тело? Может быть, примерно также, как большой неподвижный электрический заряд на другой ускоряющийся заряд... Ведь известно много аналогий между электродинамикой и гравитомagnetизмом, которые описываются одинаковыми уравнениями Максвелла – см. например [2].

Рассмотрим электрический заряд q , движущийся относительно заряда Q с ускорением \mathbf{a} . Напряженность электрического поля \mathbf{E} , создаваемого зарядом q в центре заряда Q , определяется по формуле Лармора [3]. В том случае, когда скорость заряда много меньше скорости света c , формула принимает вид [4]:

$$\mathbf{E} \approx \frac{q[\mathbf{n} \times [\mathbf{n} \times \mathbf{a}]]}{c^2 R}, \quad (1)$$

где R - расстояние между зарядами, а \mathbf{n} - орт вектора \mathbf{R} , направленного от заряда q к заряду Q - см. рис. 1. Если вектор ускорения \mathbf{a} направлен перпендикулярно вектору \mathbf{R} , то вектор

$$\mathbf{E}_0 = [\mathbf{n} \times [\mathbf{n} \times \mathbf{a}]], \quad (2)$$

и вектор \mathbf{a} связаны соотношением

$$\mathbf{E}_0 = -\mathbf{a} \quad (3)$$

- см. приложение. Из (1, 2, 3) следует, что на заряд Q со стороны заряда q действует сила

$$\mathbf{F}_q = \frac{qQ}{c^2 R} \mathbf{E}_0 = -\frac{qQ}{c^2 R} \mathbf{a}. \quad (4)$$

В силу второго закона Ньютона на заряд q со стороны заряда Q действует сила

$$\mathbf{F}_Q = -\mathbf{F}_q = \frac{qQ}{c^2 R} \mathbf{a}. \quad (5)$$

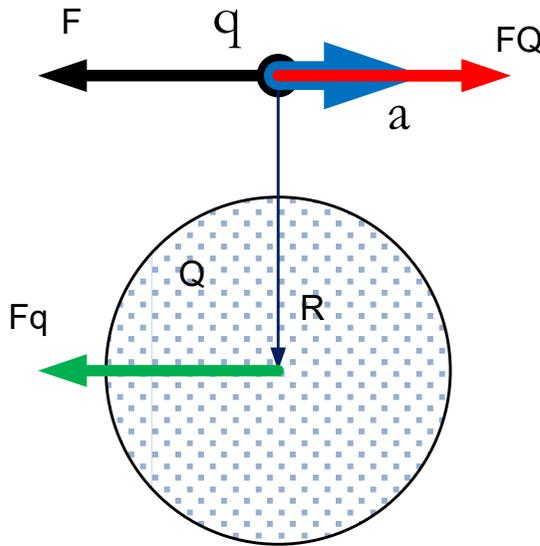


Рис. 1.

Предположим по аналогии, что ускоренное движение массы также описывается уравнением (1), где q - гравитационная масса, а E - гравитационная напряженность. Рассмотрим случай, когда масса q движется в поле другой массы Q на расстоянии $R \rightarrow \infty$ от центра этой массы в плоскости, перпендикулярной вектору \mathbf{R} . В этом случае применимы все предыдущие выводы. Следовательно, тело Q

действует на тело q силой (5) и вектор силы направлен параллельно вектору ускорения \mathbf{a} .

Сила тяги, движущая массу q с ускорением \mathbf{a} ,

$$\mathbf{F} = m_q \mathbf{a}, \quad (6)$$

где m_q – инертная масса гравитационной массы q . Таким образом, на массу q действуют две противоположно направленные силы (5, 6). По второму закону Ньютона эти силы должны быть равны, т.е.

$$m_q \mathbf{a} = \frac{qQ}{c^2 R} \mathbf{a} \quad (7)$$

или

$$m_q = \frac{qQ}{c^2 R}. \quad (8)$$

Рассмотрим коэффициент β пропорциональности между гравитационной массой и инертной массой. Тогда

$$q = m_q \beta, \quad (9)$$

$$Q = m_Q \beta. \quad (10)$$

Из (8, 9, 10) получаем:

$$m_q = \frac{\beta^2 m_q m_Q}{c^2 R}, \quad (11)$$

$$\beta = c \sqrt{\frac{R}{Q}}. \quad (12)$$

Например, для Земли имеем:

$$Q \approx 6 \cdot 10^{24} \text{ кг}, R \approx 6 \cdot 10^7 \text{ м}, c \approx 3 \cdot 10^9 \text{ м/с}.$$

Тогда

$$\beta = c \sqrt{\frac{R}{Q}} \approx 3 \cdot 10^9 \cdot 10^{\frac{7-24}{2}} \approx 1. \quad (13)$$

Таким образом, наша аналогия не противоречит принципу эквивалентности гравитационной и инертной масс. И мы показали, что в некотором частном случае принцип Маха выполняется: инертная масса определяется гравитационной массой и размером Земли. Формула (12) дает возможность установить зависимость инертной массы конкретного тела от параметров внешних тел и тем самым определить характер этой зависимости и границы применимости принципа Маха.

Таким образом, изложенное показывает, что принцип Маха может быть проверен экспериментально и вместе с тем может быть экспериментально проверен принцип эквивалентности инертной и гравитационной масс.

Приложение

Пусть вектор \mathbf{n} в декартовой системе координат направлен по оси OZ , а вектор \mathbf{a} направлен по оси OX , как показано на рис. 1. Тогда запишем эти векторы в следующем виде:

$$\mathbf{n} = [0, 0, -1],$$

$$\mathbf{a} = [a_x, 0, 0]$$

и найдем

$$[\mathbf{n} \times \mathbf{a}] = [0, a_x, 0],$$

$$[\mathbf{n} \times [\mathbf{n} \times \mathbf{a}]] = [[0, 0, -1] \times [0, a_x, 0]] = [-a_x, 0, 0].$$

Следовательно,

$$\mathbf{E}_0 = [\mathbf{n} \times [\mathbf{n} \times \mathbf{a}]] = -\mathbf{a}.$$

Литература

1. Mach, Ernst. Die Mechanik in ihrer Entwicklung: historisch-kritisch dargestellt, 1883, <http://echo.mpiwg-berlin.mpg.de/MPIWG:FS1EUY9Y>
2. Хмельник С.И. Гравитомagnetизм: 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>
3. Larmor formula, https://en.wikipedia.org/wiki/Larmor_formula
4. Потенциалы Лиенара–Вихерта, <http://www.rec.vsu.ru/rus/ecourse/eldin/izl.pdf>
5. Хмельник С.И. К обоснованию принципа Маха, данный журнал, 2020, выпуск 50, стр. 56.

Хмельник С.И.

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

Квантовая механика: частица – объемная стоячая волна (вторая часть)

Аннотация

Предлагается математическая модель т.н. волны-И-частицы (ВИЧ), которая постоянно и одновременно проявляет и свойства волны, и свойства частицы. ВИЧ является стоячей волной, существующей в ограниченном пространстве вакуума. Она не обладает собственной скоростью и может, подобно частице двигаться со сколь угодно малой скоростью, имеет энергию, внутренний поток энергии, импульс и массу.

Рассматриваются количественные характеристики ВИЧ, форма и структура ВИЧ, мощность, импульс и масса ВИЧ, области, состоящие из множества ВИЧ, делаются предположения о механических взаимодействиях ВИЧ, о структуре элементарных частиц и вакуума.

Оглавление

1. Введение
 2. Математическая модель ВИЧ
 3. Энергия ВИЧ
 4. Поток энергии ВИЧ
 5. Импульс и масса ВИЧ
 6. Частота волны ВИЧ
 7. Заключение
- Литература

1. Введение

В [1] рассматривается представление о частице, обладающей одновременно и свойствами волны, и свойствами частицы. Будем называть такую частицу волной-И-частицей. Такая частица может объяснить те эксперименты, в которых (по представлениям

квантовой механики) частица ведет себя либо как частица, либо как волна, являясь (в отличие от волны-И-частицы) волной-ЛИБО-частицей. Как она ведет себя в конкретный момент, наблюдателю не может быть известно. Итак, волна-ЛИБО-частица волшебным образом превращается из волны в частицу и обратно, а волна-И-частица постоянно проявляет свойства и волны, и частицы.

Волна-И-частица (ВИЧ) должна быть стоячей волной и не распространяться в пространстве. У нее не должно быть собственной скорости (подобной скорости бегущей волны), но должна быть энергия, импульс и масса. В квантовой теории описывается волна в вакууме в незамкнутом, неограниченном пространстве, которая ассоциируется с материальной частицей - волна де Бройля. Это не электромагнитная волна и ее природа неизвестна. Но известно то, что она неразрывно связана с частицей [2]. В определение этой волны входит ее собственная скорость. При нулевой собственной скорости эта волна становится пространственно неограниченной стоячей волной. При этом, конечно, ее нельзя отождествлять с частицей.

Итак, ниже описывается ВИЧ, стоячая, существующая в вакууме, ограниченная в пространстве, не имеющая собственной скорости, имеющая массу, импульс и энергию. Первый вариант математического описания такой волны был предложен в [3, 4]. Здесь мы рассмотрим более общий случай. В [3-9] рассмотрены различные явления, которые могут быть объяснены существованием такой волны.

2. Математическая модель ВИЧ

Рассмотрим некоторый объем V с магнитной проницаемостью μ и диэлектрической проницаемостью ε . Пусть в результате некоторого воздействия в этом объеме возникла электромагнитная волна с энергией W_0 . В объеме V нет тепловых потерь и излучения из него отсутствуют. Через некоторое время параметры волны примут стационарные значения, определяемые значениями μ , ε , W_0 и размером объема. Этими параметрами являются напряженность электрического поля и напряженность магнитного поля как функции декартовых координат и времени, т.е. $E(x, y, z, t)$ и $H(x, y, z, t)$. Естественно, они удовлетворяют системе уравнений Максвелла вида

$$\frac{\partial H_z}{\partial y} - \frac{\partial H_y}{\partial z} - \varepsilon \frac{\partial E_x}{\partial t} = 0 \quad (1)$$

$$\frac{\partial H_x}{\partial z} - \frac{\partial H_z}{\partial x} - \varepsilon \frac{\partial E_y}{\partial t} = 0 \quad (2)$$

$$\frac{\partial H_y}{\partial x} - \frac{\partial H_x}{\partial y} - \varepsilon \frac{\partial E_z}{\partial t} = 0 \quad (3)$$

$$\frac{\partial E_z}{\partial y} - \frac{\partial E_y}{\partial z} + \mu \frac{\partial H_x}{\partial t} = 0 \quad (4)$$

$$\frac{\partial E_x}{\partial z} - \frac{\partial E_z}{\partial x} + \mu \frac{\partial H_y}{\partial t} = 0 \quad (5)$$

$$\frac{\partial E_y}{\partial x} - \frac{\partial E_x}{\partial y} + \mu \frac{\partial H_z}{\partial t} = 0 \quad (6)$$

$$\frac{\partial E_x}{\partial x} + \frac{\partial E_y}{\partial y} + \frac{\partial E_z}{\partial z} = 0 \quad (7)$$

$$\frac{\partial H_x}{\partial x} + \frac{\partial H_y}{\partial y} + \frac{\partial H_z}{\partial z} = 0 \quad (8)$$

Рассмотрим следующие функции (предложенные в [10]), которые удовлетворяют этой системе уравнений:

$$E_x(x, y, z, t) = e_x \cos(\alpha x) \sin(\beta y) \sin(\gamma z) \sin(\omega t), \quad (9)$$

$$E_y(x, y, z, t) = e_y \sin(\alpha x) \cos(\beta y) \sin(\gamma z) \sin(\omega t), \quad (10)$$

$$E_z(x, y, z, t) = e_z \sin(\alpha x) \sin(\beta y) \cos(\gamma z) \sin(\omega t), \quad (11)$$

$$H_x(x, y, z, t) = h_x \sin(\alpha x) \cos(\beta y) \cos(\gamma z) \cos(\omega t), \quad (12)$$

$$H_y(x, y, z, t) = h_y \cos(\alpha x) \sin(\beta y) \cos(\gamma z) \cos(\omega t), \quad (13)$$

$$H_z(x, y, z, t) = h_z \cos(\alpha x) \cos(\beta y) \sin(\gamma z) \cos(\omega t), \quad (14)$$

где

$e_x, e_y, e_z, h_x, h_y, h_z$ - постоянные амплитуды функций,

$\alpha, \beta, \lambda, \omega$ - константы.

Дифференцируя (9-14) и подставляя полученное в (1-8), после сокращения общих множителей, получаем:

$$h_z \beta - h_y \gamma + e_x \varepsilon \omega = 0 \quad (15)$$

$$h_x \gamma - h_z \alpha + e_y \varepsilon \omega = 0 \quad (16)$$

$$h_y \alpha - h_x \beta + e_z \varepsilon \omega = 0 \quad (17)$$

$$e_z \beta - e_y \gamma - h_x \mu \omega = 0 \quad (18)$$

$$e_x \gamma - e_z \alpha - h_y \mu \omega = 0 \quad (19)$$

$$e_y \alpha - e_x \beta - h_z \mu \omega = 0 \quad (20)$$

$$e_x \alpha + e_y \beta + e_z \gamma = 0 \quad (21)$$

$$h_x \alpha + h_y \beta + h_z \gamma = 0 \quad (22)$$

Рассмотрим решение полученной системы уравнений, найденное в [11]. Поскольку система симметрична, примем

$$\alpha = \beta = \lambda. \quad (23)$$

При этом система уравнений (15-22) принимает вид:

$$h_z - h_y + e_x \varepsilon \omega / \alpha = 0 \quad (24)$$

$$h_x - h_z + e_y \varepsilon \omega / \alpha = 0 \quad (25)$$

$$h_y - h_x + e_z \varepsilon \omega / \alpha = 0 \quad (26)$$

$$e_z - e_y - h_x \mu \omega / \alpha = 0 \quad (27)$$

$$e_x - e_z - h_y \mu \omega / \alpha = 0 \quad (28)$$

$$e_y - e_x - h_z \mu \omega / \alpha = 0 \quad (29)$$

$$e_x + e_y + e_z = 0 \quad (30)$$

$$h_x + h_y + h_z = 0 \quad (31)$$

В системе уравнений (24-31) уравнения (30, 31) следуют непосредственно из предыдущих. Действительно, складывая уравнения (27-29), получаем (31), а складывая (24-26), получаем (30).

Первые 6 уравнений в системе (24-31) с 6-ю неизвестными независимы и из них могут быть найдены амплитуды функций $e_x, e_y, e_z, h_x, h_y, h_z$.

Будем искать решение системы (24-29) при

$$h_z = 0. \quad (32)$$

Тогда эта система примет вид:

$$e_x \varepsilon \omega / \alpha - h_y = 0, \quad (33)$$

$$e_y \varepsilon \omega / \alpha + h_x = 0, \quad (34)$$

$$e_z \varepsilon \omega / \alpha - h_x + h_y = 0, \quad (35)$$

$$-e_y + e_z - h_x \mu \omega / \alpha = 0, \quad (36)$$

$$e_x - e_z - h_y \mu \omega / \alpha = 0, \quad (37)$$

$$-e_x + e_y = 0. \quad (38)$$

Решение системы (33-38) имеет вид уравнений (32) и

$$h_y = -h_x, \quad (39)$$

$$e_x = -\frac{h_x \alpha}{\varepsilon \omega}, \quad (40)$$

$$e_y = e_x, \quad (41)$$

$$e_z = -2e_x. \quad (42)$$

3. Энергия ВИЧ

Запишем напряженности (9-14) в виде

$$E = \begin{bmatrix} E_x(x, y, z, t) \\ E_y(x, y, z, t) \\ E_z(x, y, z, t) \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} e_x \\ e_y \\ e_z \end{bmatrix} \begin{bmatrix} \cos(\alpha x) \sin(\beta y) \sin(\gamma z) \\ \sin(\alpha x) \cos(\beta y) \sin(\gamma z) \\ \sin(\alpha x) \sin(\beta y) \cos(\gamma z) \end{bmatrix} \sin(\omega t) \quad (43)$$

$$H = \begin{bmatrix} H_x(x, y, z, t) \\ H_y(x, y, z, t) \\ H_z(x, y, z, t) \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} h_x \\ h_y \\ h_z \end{bmatrix} \begin{bmatrix} \sin(\alpha x) \cos(\beta y) \cos(\gamma z) \\ \cos(\alpha x) \sin(\beta y) \cos(\gamma z) \\ \cos(\alpha x) \cos(\beta y) \sin(\gamma z) \end{bmatrix} \cos(\omega t) \quad (44)$$

Обозначим части этих выражений, независимые от времени:

$$\check{E} = \begin{bmatrix} \check{E}_x(x, y, z) \\ \check{E}_y(x, y, z) \\ \check{E}_z(x, y, z) \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} e_x \\ e_y \\ e_z \end{bmatrix} \begin{bmatrix} \cos(\alpha x) \sin(\beta y) \sin(\gamma z) \\ \sin(\alpha x) \cos(\beta y) \sin(\gamma z) \\ \sin(\alpha x) \sin(\beta y) \cos(\gamma z) \end{bmatrix} \quad (45)$$

$$\check{H} = \begin{bmatrix} \check{H}_x(x, y, z) \\ \check{H}_y(x, y, z) \\ \check{H}_z(x, y, z) \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} h_x \\ h_y \\ h_z \end{bmatrix} \begin{bmatrix} \sin(\alpha x) \cos(\beta y) \cos(\gamma z) \\ \cos(\alpha x) \sin(\beta y) \cos(\gamma z) \\ \cos(\alpha x) \cos(\beta y) \sin(\gamma z) \end{bmatrix} \quad (46)$$

Найдем теперь квадрат модуля суммарных напряженностей:

$$E^2 = (E_x^2 + E_y^2 + E_z^2), \quad (47)$$

$$H^2 = (H_x^2 + H_y^2 + H_z^2). \quad (48)$$

Из (43-48) находим:

$$E^2 = \left((\check{E}_x^2 + \check{E}_y^2 + \check{E}_z^2) \sin^2(\omega t) \right) \quad (49)$$

$$H^2 = \left((\check{H}_x^2 + \check{H}_y^2 + \check{H}_z^2) \cos^2(\omega t) \right) \quad (50)$$

Обозначим:

$$|E^2| = (\check{E}_x^2 + \check{E}_y^2 + \check{E}_z^2) \quad (51)$$

$$|H^2| = (\check{H}_x^2 + \check{H}_y^2 + \check{H}_z^2) \quad (52)$$

Тогда получим:

$$E^2 = (|E^2| \sin^2(\omega t)) \quad (53)$$

$$H^2 = (|H^2| \cos^2(\omega t)) \quad (54)$$

Запишем выражения (45, 46) с использованием полученного выше решения (32, 39, 40, 41, 42):

$$\check{E} = \begin{bmatrix} \check{E}_x(x, y, z) \\ \check{E}_y(x, y, z) \\ \check{E}_z(x, y, z) \end{bmatrix} = e_x \hat{E} \begin{bmatrix} 1 \\ 1 \\ -2 \end{bmatrix} \quad (55)$$

$$\vec{H} = \begin{bmatrix} \check{H}_x(x, y, z) \\ \check{H}_y(x, y, z) \\ \check{H}_z(x, y, z) \end{bmatrix} = e_x \frac{\varepsilon\omega}{\alpha} \hat{H} \begin{bmatrix} 1 \\ -1 \\ 0 \end{bmatrix} \quad (56)$$

Найдем из (49, 50, 55, 56) квадраты суммарных напряженностей:

$$E^2 = (\check{E}_x^2 + \check{E}_y^2 + \check{E}_z^2) \sin^2(\omega t) = 6e_x^2 \sin^2(\omega t) \cdot \hat{E}^2(x, y, z) \quad (57)$$

$$H^2 = (\check{H}_x^2 + \check{H}_y^2 + \check{H}_z^2) \cos^2(\omega t) = 2\left(\frac{\varepsilon\omega}{\alpha}\right)^2 e_x^2 \cos^2(\omega t) \hat{H}^2(x, y, z) \quad (58)$$

Таким образом, модули этих квадратов

$$|E^2| = 6e_x^2 \cdot \hat{E}^2(x, y, z) \quad (59)$$

$$|H^2| = 2\left(\frac{\varepsilon\omega}{\alpha}\right)^2 e_x^2 \hat{H}^2(x, y, z) \quad (60)$$

Рассмотрим такой объем, в котором по любой координате интегралы от синуса и от косинуса равны, и будем называть такой объем **согласованным объемом V**. В таком объеме при любых значениях координат выполняются условия:

$$\left(\frac{\alpha X}{2\pi} - \text{целое}\right), \left(\frac{\beta Y}{2\pi} - \text{целое}\right), \left(\frac{\gamma Z}{2\pi} - \text{целое}\right),$$

где X, Y, Z – длина отрезка оси координат, расположенного внутри объема V. В согласованном объеме для каждого такого отрезка выполняется условия вида

$$\int_X \cos^2(\alpha x) dx = \int_X \sin^2(\alpha x) dx$$

Рассмотрим для согласованного объема отношение модулей (59, 60)

$$|E^2|/|H^2| = \left(6/2\left(\frac{\varepsilon\omega}{\alpha}\right)^2\right) q \quad (61)$$

где

$$q = \hat{E}^2/\hat{H}^2 \quad (62)$$

Вычисление по этой формуле дает замечательный результат:

$$q = 1.5. \quad (63)$$

Эта константа НЕ зависит от размера согласованного объема. Поэтому для согласованного объема может выполняться также следующее условие

$$U = \varepsilon |E^2| = \mu |H^2|. \quad (64)$$

Плотность энергии равна

$$W = \varepsilon E^2 + \mu H^2 \quad (65)$$

Из (53, 54, 65) получим:

$$W = \varepsilon |E^2| \sin^2(\omega t) + \mu |H^2| \cos^2(\omega t). \quad (66)$$

Из (64, 66) следует, что

$$W = U(\sin^2(\omega t) + \cos^2(\omega t)) = U, \quad (67)$$

т.е. при выполнении условия (67) плотность энергии в объеме не зависит от времени. Другими словами, в согласованном объеме создается стоячая волна, которая не излучает.

Величина U является константой. Поэтому для согласованного объема выражение для энергии W_o во всем объеме V имеет вид:

$$W_o = U \cdot V. \quad (68)$$

Следовательно, в неизменном согласованном объеме энергия электромагнитной волны не зависит от времени, т.е. остается постоянной. Это означает, что при указанных условиях выполняется

Утверждение 1.
ВИЧ, как стоячая электромагнитная волна, может существовать в согласованном объеме.

Поток энергии можно представить как поток квантов энергии. Линия движения кванта энергии, очевидно, должна быть такой, на которой производная от энергии по времени сохраняет нулевое значение. Найдем уравнение этой производной из (66)

$$\frac{dW}{dt} = 2\omega \sin(\omega t) \cos(\omega t) \cdot (\varepsilon |E^2| - \mu |H^2|). \quad (69)$$

Отсюда находим уравнение линии одинаковой плотности энергии в данный момент времени:

$$(\varepsilon |E^2| - \mu |H^2|) = 0. \quad (70)$$

4. Поток энергии ВИЧ

Плотности потоков энергии по координатам определяются по формуле

$$S = \begin{bmatrix} S_x \\ S_y \\ S_z \end{bmatrix} = (E \times H) = \begin{bmatrix} E_y H_z - E_z H_y \\ E_z H_x - E_x H_z \\ E_x H_y - E_y H_x \end{bmatrix} =. \quad (71)$$

где функции E, H определяются из (9-14). Модуль суммарного вектора плотности потока энергии имеет вид:

$$S_0 = (E_y H_z - E_z H_y)^2 + (E_z H_x - E_x H_z)^2 + (E_x H_y - E_y H_x)^2 \quad (72)$$

Эта величина равна нулю, если равны нулю одновременно три слагаемых в (34). Мы запишем это условие в виде:

$$\{(E_y H_z - E_z H_y), (E_z H_x - E_x H_z), (E_x H_y - E_y H_x)\} = 0. \quad (73)$$

Следовательно, геометрическое место точек нулевой плотности потока энергии описывается системой уравнений (73). В этом уравнении каждый скобочный член имеет общий множитель, зависящий от времени – см. (43-44). Если мы ищем геометрическое место, не изменяющееся во времени, то можем сократить эти множители. Тогда с учетом обозначений (45, 46) получим, геометрическое место точек нулевой плотности потока энергии, не изменяющееся во времени, описывается системой уравнений вида

$$\{(\check{E}_y \check{H}_z - \check{E}_z \check{H}_y), (\check{E}_z \check{H}_x - \check{E}_x \check{H}_z), (\check{E}_x \check{H}_y - \check{E}_y \check{H}_x)\} = 0. \quad (74)$$

Эта система уравнений относительно трех координат описывает поверхность, где отсутствует поток энергии. Если эта поверхность является замкнутой и непрерывной, то она является уравнением границы ВИЧ. Именно такая поверхность и ограничивает ВИЧ. Важно подчеркнуть, что это **не** та поверхность, где структура среды испытывает скачок какого-либо параметра среды. Итак,

Утверждение 2.

ВИЧ может существовать внутри замкнутой и непрерывной границы, уравнение которой имеет вид (74).

Прежде всего рассмотрим кубическую форму, предложенную в [11]. Для того, чтобы куб не излучал с поверхности $\chi O \chi$, необходимо, чтобы на всех точках этой поверхности выполнялось условие

$$E_x H_y = 0 \text{ и } E_y H_x = 0. \quad (75)$$

Функция $\sin(\alpha x)$ присутствует в определении одной из функций, указанных в условии (75). Если начало координат находится в центре куба и α - длина полурёбра куба, то функции $\sin(\alpha x)$ равны нулю на гранях куба и, следовательно, выполняется условие (75). Аналогичные условия выполняются на других гранях куба. Следовательно, выполняется утверждение 2. Кроме того, для такого куба выполняется утверждение 1. Таким образом, в объеме куба может существовать ВИЧ.

5. Импульс и масса ВИЧ

Известная формула Умова связывает плотности энергии и потока энергии со скоростью этого потока:

$$v = \frac{S}{w}. \quad (76)$$

Возможно, что эта скорость различна для различных линий потока.

Итак, существует поток энергии внутри постоянного объема с определенной скоростью v . Как известно, электромагнитная волна вместе с потоком энергии обладает импульсом и массой. Следовательно, описываемая стоячая волна в согласованном объеме обладает импульсом и массой даже в том случае, когда объем находится в покое.

Плотности этих величин связаны между собой и со скоростью распространения электромагнитной энергии известными соотношениями (76) и

$$p = \frac{w}{v}, \quad (77)$$

$$m = \frac{p}{v}. \quad (78)$$

Следовательно,

$$m = \frac{w^3}{S^2}. \quad (79)$$

Эта электромагнитная масса пульсирует вместе с потоком электромагнитной энергии. Однако центр массы не меняет положения. Следовательно, ВИЧ можно рассматривать и как стоячую волну, и как объем пульсирующей массы с постоянным центром масс.

6. Частота волны ВИЧ

Из (61, 62) находим:

$$\frac{|E|}{|H|} = \frac{\sqrt{6q}}{\frac{\epsilon\omega}{\alpha}\sqrt{2}} = \frac{\alpha\sqrt{3q}}{\epsilon\omega}. \quad (80)$$

Для согласованного объема выполняется условие (64). Следовательно

$$\frac{(\epsilon|E^2|)}{(\mu|H^2|)} = 1 \quad (81)$$

или

$$\sqrt{\frac{\mu}{\epsilon}} = \frac{|E|}{|H|}. \quad (82)$$

Из (80, 82) находим:

$$\frac{\alpha\sqrt{3q}}{\epsilon\omega} = \sqrt{\frac{\mu}{\epsilon}} \quad (83)$$

или

$$\omega = \frac{\alpha\sqrt{3q}}{\sqrt{\mu\epsilon}} = c\alpha\sqrt{3q}. \quad (84)$$

Таким образом, частота стоячей волны в согласованном объеме определяется по формуле

$$f = \frac{\omega}{2\pi} = \frac{c\alpha}{2\pi} \sqrt{3q} \quad (85)$$

или при $q = 1.5$

$$f \approx 0.34c\alpha. \quad (86)$$

Итак, существует такая частота электромагнитной волны, при которой энергия электромагнитной волны в согласованном объеме сохраняется постоянной.

7. Заключение

Мы установили два условия, которым должна удовлетворять область, в которой

ВИЧ может существовать внутри замкнутой и непрерывной границы.

ВИЧ, как стоячая электромагнитная волна, может существовать в согласованном объеме

Частота стоячей волны ВИЧ определяются значением коэффициента α .

Мы установили, что ВИЧ образует замкнутую область, имеет определенную форму и объем. Размеры ВИЧ определяются значением коэффициента α . Полученные результаты можно применять при любых сколь угодно малых единицах измерения длины.

Форма области ВИЧ такова, что множество ВИЧ могут примыкать друг к другу без зазоров. Следовательно, группы ВИЧ могут занимать любой объем. Таким образом, могут существовать ВИЧ любого размера и области ВИЧ любого размера.

Энергия, импульс и масса ВИЧ также определяются только значением коэффициента α . Можно предположить, что квант энергии тоже представляет собой ВИЧ и минимальное значение α определяется величиной энергии кванта.

ВИЧ не имеет собственной скорости и его механическая энергия определяется его массой и той скоростью, которую он получил при взаимодействии с другими массами (в т.ч. другими ВИЧ).

Внутреннее давление на границу ВИЧ равно плотности энергии на границе, хотя какая-либо оболочка у ВИЧ отсутствует.

Можно предположить, что ВИЧ ведет себя как абсолютно упругое тело и передает полученный импульс без изменения его величины. Тогда и область ВИЧ ведет себя как проводник импульса.

Очевидно, ВИЧ может образовывать элементарные частицы и более крупные конструкции. Но можно предположить, что и вакуум соткан из ВИЧ.

Литература

1. Хмельник С.И. Квантовая механика: частица – объемная стоячая волна, данный журнал, 2020, выпуск 50, стр. 45, <https://zenodo.org/record/3988252>.
2. Стрельчяня В.А. Эффективная модификация уравнения Клейна – Гордона для частицы в потенциальном поле, данный журнал, 2020, выпуск 48, стр. 146.
3. Хмельник С.И. Электромагнитный хранитель энергии и информации, данный журнал, 2019, выпуск 46, стр. 166, <https://zenodo.org/record/3827757>.
4. S.I. Khmelnik. Electromagnetic Keeper of Energy and Information, Canadian Journal of Pure and Applied Sciences, Vol. 13, No. 3, Okt 2019, <https://zenodo.org/record/3518396>.
5. S.I. Khmelnik. About the Interaction of Nanoparticles, Determinations in Nanomedicine & Nanotechnology, DNN.000518, Volume - 1, Issue - 4, 2020, <https://zenodo.org/record/3660667>.
6. S.I. Khmelnik. To the Rationale for Homeopathy, Determinations in Nanomedicine & Nanotechnology, DNN.000501, Volume 1, Issue 5, 2020, <https://zenodo.org/record/3660203>.
7. Хмельник С.И. К обоснованию гомеопатии, данный журнал, 2020, выпуск 48, стр. 31, <https://doi.org/10.5281/ZENODO.3707870>
8. Хмельник С.И. Передача информации в биологических системах по водной и воздушной среде, данный журнал, 2020, выпуск 48, стр. 38, <https://zenodo.org/record/3712916>.
9. S.I. Khmelnik. Information transfer in biological systems by water and air, ДНА-47.52, <https://zenodo.org/record/3712924>.
10. Хмельник С.И. Вариационный принцип экстремума в электромеханических и электродинамических системах. Publisher by “MiC”, printed in USA, Lulu Inc. ISBN 9780557082315, 2014, 360p., <http://doi.org/10.5281/zenodo.1310760>

11. Хмельник С.И. К теории хранителя вечного движения, данный журнал, 2013, выпуск 23, <https://zenodo.org/record/1318589>

Хмельник С.И.

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

К вопросу о структуре вакуума

Аннотация

Предлагается такая структура вакуума, которая следует **только** из решения уравнений Максвелла – не делается никаких дополнительных предположений. Приведено объяснение эффекта Казимира на основе предложенной структуры вакуума.

Содержание

1. Введение
 2. Типизация волн-И-частиц
 3. Структура вакуума
 4. Эффект Казимира
- Литература

1. Введение

Структура вакуума изучается квантовой теорией поля, которая не устает представлять ее очень сложной и, действительно, не предлагает для описания структуры вакуума ничего, согласующегося с представлениями классической физики.

Ниже предлагается такая структура, которая следует **только** из решения уравнений Максвелла – не делается никаких дополнительных предположений.

В разделе 2 доказано (как решение уравнений Максвелла), что может существовать т.н. волна-И-частица (ВИЧ), которая представляет собой кубический объем вакуума, а котором пульсирует стоячая объемная волна. Важно отметить, что этот объем **не** имеет каких-либо границ - физических или образованных неоднородностью среды. ВИЧ **не** излучает сквозь грани куба, но на каждой грани есть электрическая напряженность, вектор которой направлен перпендикулярно этой грани.

Величина энергии, частота и напряженность на гранях куба являются функциями только размера куба. Видимо, существует наименьший объем куба, определяемый минимумом кванта энергии.

Множество этих ВИЧ могут заполнить пространство целиком, без промежутков. И именно такая структура описывается ниже. Такая структура встречается в природе [4] – на рис. А и рис В показаны т.н квадратные волны на море. Но вначале мы рассмотрим структуру и свойства ВИЧ.



Рис. А.

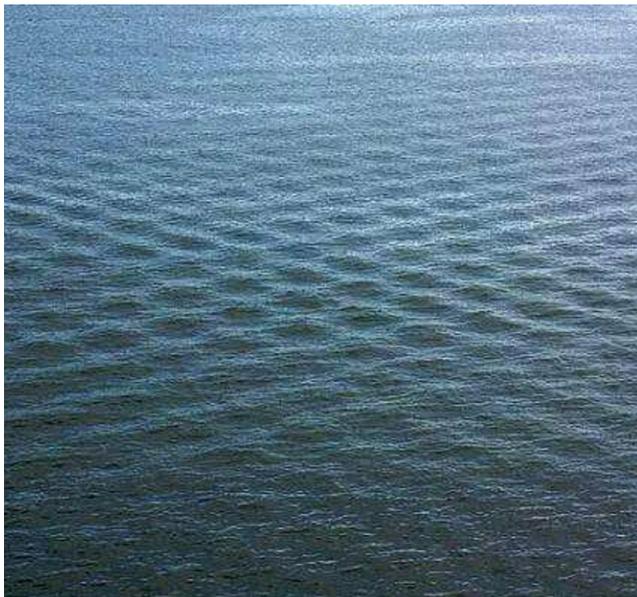


Рис. В.

2. Типизация волн-И-частиц

Итак, в [1] предложена модель волны-И-частицы (ВИЧ), которую мы применим здесь. Для удобства читателя приведем здесь краткое описание этой модели.

Напряженности электрического и магнитного полей, найденные как решение уравнений Максвелла, имеют вид

$$E_x(x, y, z, t) = e_x \cos(\alpha x) \sin(\alpha y) \sin(\alpha z) \sin(\omega t), \quad (1)$$

$$E_y(x, y, z, t) = e_y \sin(\alpha x) \cos(\alpha y) \sin(\alpha z) \sin(\omega t), \quad (2)$$

$$E_z(x, y, z, t) = e_z \sin(\alpha x) \sin(\alpha y) \cos(\alpha z) \sin(\omega t), \quad (3)$$

$$H_x(x, y, z, t) = h_x \sin(\alpha x) \cos(\alpha y) \cos(\alpha z) \cos(\omega t), \quad (4)$$

$$H_y(x, y, z, t) = h_y \cos(\alpha x) \sin(\alpha y) \cos(\alpha z) \cos(\omega t), \quad (5)$$

$$H_z(x, y, z, t) = h_z \cos(\alpha x) \cos(\alpha y) \sin(\alpha z) \cos(\omega t), \quad (6)$$

где $e_x, e_y, e_z, h_x, h_y, h_z$ - постоянные амплитуды функций, α, ω - константы. Амплитуды связаны уравнениями вида

$$h_z = 0, \quad (7)$$

$$h_y = -h_x, \quad (8)$$

$$h_x = -\frac{\varepsilon\omega}{\alpha} e_x, \quad (9)$$

$$e_y = e_x, \quad (10)$$

$$e_z = -2e_x \quad (11)$$

и могут быть определены при данном e_x . Круговая частота

$$\omega = c\alpha\sqrt{4.5}. \quad (12)$$

Этими уравнениями описывается объемная стоячая волна, существующая в объеме куба, ребро которого имеет длину

$$L = \pi/\alpha. \quad (13)$$

Плотность электромагнитной энергии этой волны определяется как

$$W = \varepsilon E^2 + \mu H^2, \quad (14)$$

причем в этой волне выполняется условие

$$U = \varepsilon |E^2| = \mu |H^2|. \quad (15)$$

Полная электромагнитная энергия волны в кубе

$$W_o = U \cdot L^3. \quad (16)$$

Эта энергия **НЕ** изменяется во времени.

Плотности потоков энергии по координатам определяются по формуле

$$S = \begin{bmatrix} S_x \\ S_y \\ S_z \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} E_y H_z - E_z H_y \\ E_z H_x - E_x H_z \\ E_x H_y - E_y H_x \end{bmatrix}. \quad (17)$$

Рассмотрим формулу

$$\begin{bmatrix} E_y H_{\bar{z}} - E_z H_{\bar{y}} \\ E_z H_{\bar{x}} - E_x H_{\bar{z}} \\ E_x H_{\bar{y}} - E_y H_{\bar{x}} \end{bmatrix} = 0 \quad (17a)$$

Заметим, что

$$\cos(\alpha x) = \cos\left(\alpha \frac{L}{2}\right) = \cos\left(\alpha \frac{\pi}{2\alpha}\right) = 0. \quad (17b)$$

Следовательно, напряженность, у которой в определении функций (1-6) встречается косинус некоторой координаты, на грани, перпендикулярной этой координате, принимает нулевое значение. В формуле (17a) зачеркнуты те напряженности, у которых встречается косинус соответствующей координаты. Видно, что компоненты в этой формуле равны нулю. Следовательно, на всех гранях куба выполняются условия вида

$$\begin{bmatrix} E_y H_z - E_z H_y \\ E_z H_x - E_x H_z \\ E_x H_y - E_y H_x \end{bmatrix} = 0, \quad (18)$$

т.е. куб не излучает энергию.

На каждой грани куба существует магнитная напряженность, вектор которой перпендикулярен этой грани. Например, на грани, перпендикулярной оси ox , вектор (4) принимает значение

$$H_x \equiv \sin(\alpha x) = \sin\left(\alpha \frac{L}{2}\right) = \sin\left(\alpha \frac{\pi}{2\alpha}\right) = 1, \quad (19)$$

- см. также (13). Итак, поток энергии не выходит из этой грани, но существует магнитная напряженность перпендикулярная этой грани. Аналогичный вывод можно сделать относительно остальных граней куба.

На рис. 1 показаны магнитные напряженности, выходящие из граней куба. Важно отметить, что напряженность H_z в данном случае отсутствует по условию (7), хотя и показана на рис. 1. На гранях с отрицательным значением координаты напряженности направлены в отрицательную сторону, т.к. при этом $\sin(\alpha x) = -1$.

Поток энергии не выходит из грани, перпендикулярной оси ox , но циркулирует по этой грани, т.к. плотности потока S_y и S_z на этой грани не равны нулю. Например, $S_y = E_z H_x - E_x H_z$ - см. (17).

Здесь $H_z = 0$, $E_z \neq 0$, $H_x \neq 0$ – см. (19). Следовательно, $S_y \neq 0$. На этой грани, также, как и во всем объеме, имеется энергия с плотностью U , не изменяющаяся во времени. Следовательно, на этой грани и, вообще, **на всех гранях постоянно существует давление**, равное плотности энергии U .

Рассмотренный тип ВИЧ будем обозначать, как **ВИЧ-1**.

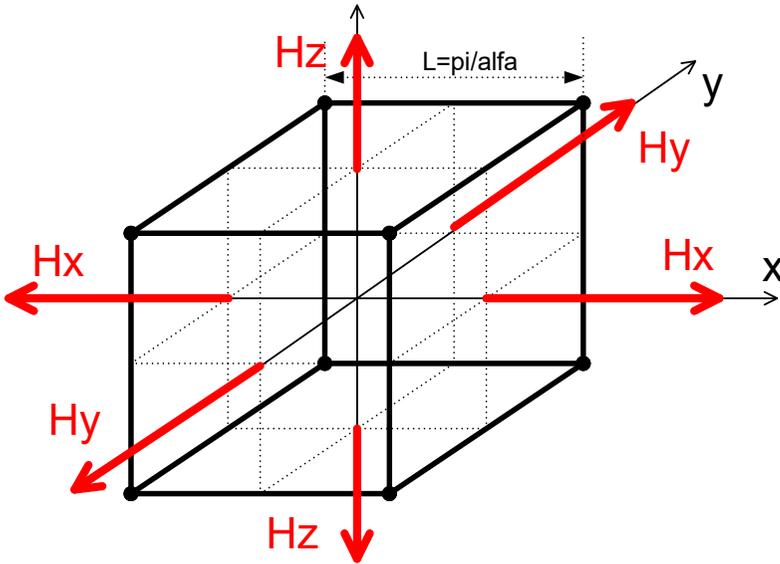


Рис. 1.

По аналогии с [1] можно рассмотреть другое решение уравнений Максвелла, которое отличается тем, что вместо решения вида (7-11), используется решение вида

$$e_z = 0. \quad (28)$$

$$e_y = -e_x, \quad (29)$$

$$e_x = -\frac{\mu\omega}{\alpha} h_x, \quad (30)$$

$$h_y = h_x, \quad (31)$$

$$h_z = -2h_x. \quad (32)$$

Аналогично предыдущему, здесь также на всех гранях куба выполняются условия вида (18), т.е. **куб не излучает энергию**. На каждой грани куба существует магнитная напряженность, вектор которой перпендикулярен этой грани. Отличие состоит в том, что напряженность H_z также присутствует, т.к. в этом случае выполняется условие (32).

По аналогии с ВИЧ-1 и ВИЧ-2 можно рассмотреть два других решения уравнений Максвелла, которые отличаются тем, что вместо напряженностей вида (1-6) рассматриваются напряженности вида

$$H_x(x, y, z, t) = h_x \cos(\alpha x) \sin(\alpha y) \sin(\alpha z) \sin(\omega t), \quad (41)$$

$$H_y(x, y, z, t) = h_y \sin(\alpha x) \cos(\alpha y) \sin(\alpha z) \sin(\omega t), \quad (42)$$

$$H_z(x, y, z, t) = h_z \sin(\alpha x) \sin(\alpha y) \cos(\alpha z) \sin(\omega t), \quad (43)$$

$$E_x(x, y, z, t) = e_x \sin(\alpha x) \cos(\alpha y) \cos(\alpha z) \cos(\omega t), \quad (44)$$

$$E_y(x, y, z, t) = e_y \cos(\alpha x) \sin(\alpha y) \cos(\alpha z) \cos(\omega t), \quad (55)$$

$$E_z(x, y, z, t) = e_z \cos(\alpha x) \cos(\alpha y) \sin(\alpha z) \cos(\omega t), \quad (46)$$

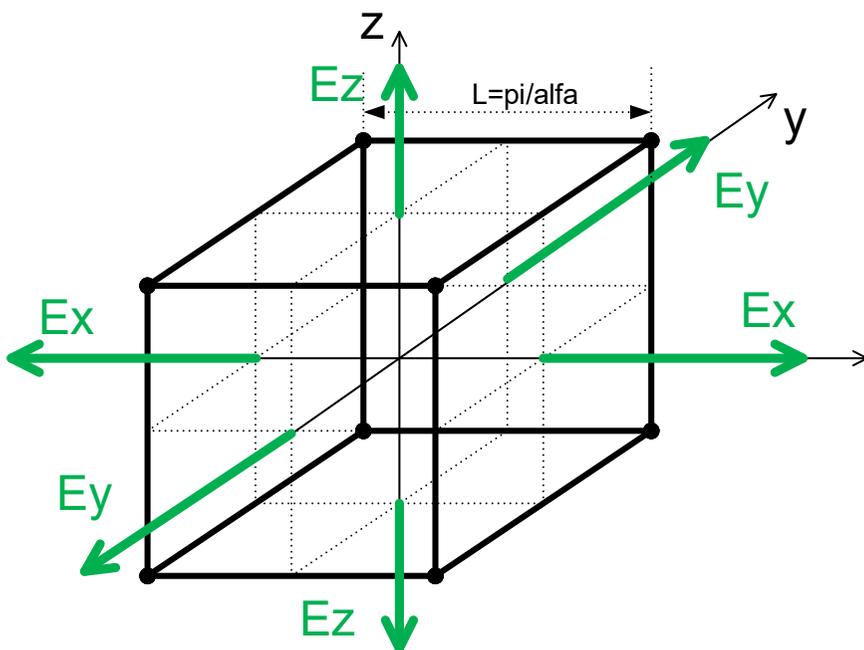


Рис. 2.

Легко заметить, что новые решения можно получить из прежних заменой обозначений E и e на обозначения H и h и наоборот. Принципиальное отличие, будет состоять в том, что вместо магнитных напряженностей, выходящих из куба перпендикулярно граням, появятся электрические напряженности – см. рис. 2.

Рис. 1 сделан в предположении, что в некоторый начальный момент времени фазы синусоидальных функций времени (1, 2, 3)

были равны нулю, а фазы косинусоидальных функций времени (4, 5, 6) и были равны максимуму. Для этого момента и показано направление векторов магнитных напряженностей на рис. 1. Будем называть такой ВИЧ как ВИЧ с фазой $\varphi = 0$. Пусть это соответствует начальному значению $e_x > 0$.

Рис. 2 сделан в предположении, что в некоторый начальный момент времени фазы синусоидальных функций времени (1, 2, 3) были равны максимуму, а фазы косинусоидальных функций времени (4, 5, 6) и были равны нулю. Для этого момента и показано направление векторов электрических напряженностей на рис. 2. Будем называть такой ВИЧ как ВИЧ с фазой $\varphi = \pi/2$. Пусть это соответствует начальному значению $h_x > 0$.

Еще четыре варианта ВИЧ можно получить, принимая в качестве исходных данных отрицательные значения e_x и h_x в тот же самый момент времени. В этом случае на рисунках 1 и 2 векторы напряженностей должны быть направлены в грань (а не из грани куба)

В таблице 1 перечислены все варианты ВИЧ.

Таблица 1

| ВИЧ | Формулы для E и H | Данные | Формулы для e и h | Рисунок | Напряженности |
|-----|--|---|-------------------|---------|----------------------------|
| 1 | 1-6 | $h_z = 0$ $e_x > 0$ $\varphi = 0$ | 7-11 | Рис. 1 | $H_z = 0$ $H_{x,y} > 0$ |
| | Несимметричный ВИЧ. Векторы H направлены из куба | | | | |
| 2 | 1-6 | $e_z = 0$ $h_x > 0$ $\varphi = \pi/2$ | 28-32 | Рис. 1 | $H_{x,y,z} > 0$ |
| | Симметричный ВИЧ. Векторы H направлены из куба | | | | |
| 3 | 41-46 | $e_z = 0$ $h_x > 0$ $\varphi = \pi/2$ | 7-11 | Рис. 2 | $E_z = 0$ $E_{x,y} > 0$ |
| | Несимметричный ВИЧ. Векторы E направлены из куба | | | | |
| 4 | 41-46 | $h_z = 0$ $e_x > 0$ $\varphi = 0$ | 28-32 | Рис. 2 | $E_{x,y,z} > 0$ |
| | Симметричный ВИЧ. Векторы E направлены из куба | | | | |

| | | | | | |
|---|--|---|-------|--------|----------------------------|
| 5 | 1-6 | $h_z = 0$ $e_x < 0$ $\varphi = \pi/2$ | 7-11 | Рис. 1 | $H_z = 0$ $H_{x,y} < 0$ |
| | Несимметричный ВИЧ. Векторы H направлены в куб | | | | |
| 6 | 1-6 | $e_z = 0$ $h_x < 0$ $\varphi = 0$ | 28-32 | Рис. 1 | $H_{x,y,z} < 0$ |
| | Симметричный ВИЧ. Векторы H направлены в куб | | | | |
| 7 | 41-46 | $e_z = 0$ $h_x < 0$ $\varphi = 0$ | 7-11 | Рис. 2 | $E_z = 0$ $E_{x,y} < 0$ |
| | Несимметричный ВИЧ. Векторы E направлены в куб | | | | |
| 8 | 41-46 | $h_z = 0$ $e_x < 0$ $\varphi = \pi/2$ | 28-32 | Рис. 2 | $E_{x,y,z} < 0$ |
| | Симметричный ВИЧ. Векторы E направлены в куб | | | | |

3. Структура вакуума

Рассмотрим теперь множество ВИЧ. Кубическая форма ВИЧ позволяет предположить, что множество ВИЧ образуют непрерывный объем – см. рис. 3. При этом ВИЧ с фазой $\varphi = 0$ и ВИЧ с $\varphi = \pi/2$ должны чередоваться по всем направлениям пространства.

Возможны различные комбинации ВИЧ.

Может быть пространство, заполненное ВИЧ, создающими только магнитные напряженности на гранях или только электрические напряженности на гранях.

Может быть пространство, заполненное только симметричными ВИЧ или только несимметричными ВИЧ. В последнем случае в пространстве должно возникнуть направление, в котором отсутствует какая-либо напряженность в каком-либо направлении. Такой вакуум должен так или иначе проявить анизотропные свойства.

Можно предположить, что природа использует все варианты и существуют разнородные пространства.

Таким образом, каждая ВИЧ остается автономной, но вместе они образуют непрерывный объем вакуума.

Можно предположить, что все ВИЧ имеют один и тот же объем и тогда существует единая частота вакуума. Можно также предположить, что существуют различные области пространства с различным (но общим для данной области) объемом ВИЧ. Тогда эти области должны иметь разные частоты вакуума.

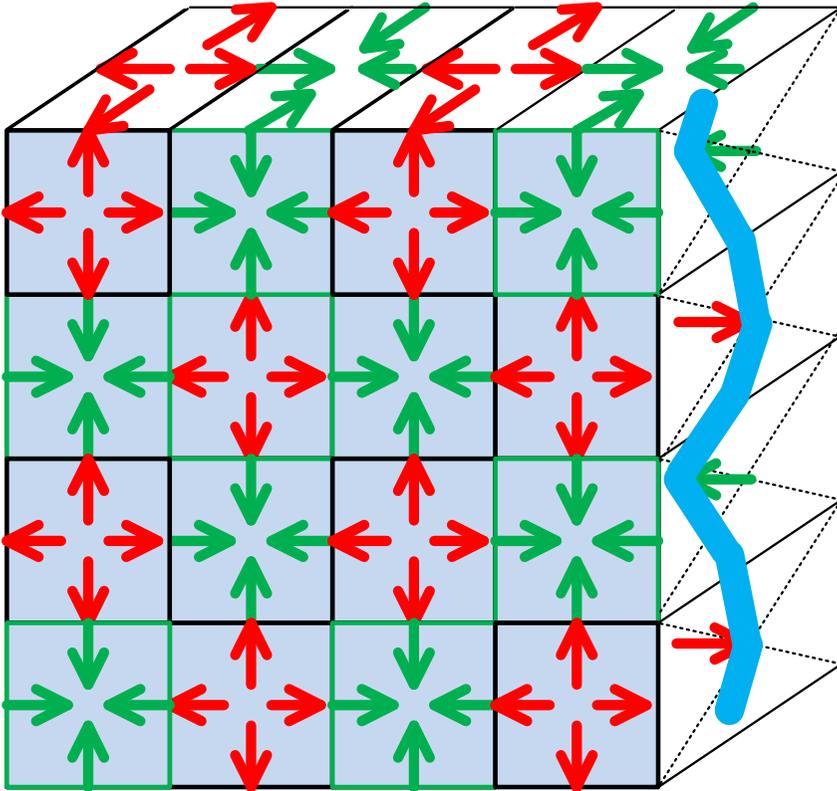


Рис. 3.

Какая-либо грань ВИЧ может оказаться на границе пустой области пространства. Тогда на границе этой области возникнет напряженность – та напряженность, которая присутствует на указанной грани ВИЧ. Такая напряженность является той данной напряженностью, которая формирует стоячую волну – см. замечание после формулы (11). Таким образом, напряженность на грани некоторой ВИЧ генерирует стоячую волну в пустом пространстве и тем самым создает новую ВИЧ. Таким способом **ВИЧ размножаются**, заполняя весь вакуум. Можно предположить, что Вселенная возникла из одной ВИЧ.

4. Эффект Казимира

Рассмотрим правую боковую поверхность вакуумного фрагмента на рис. 3. Предположим, что эта поверхность является границей области ВИЧ. На открытых поверхностях ВИЧ в их центре показаны векторы напряженностей, входящих и выходящих из этих поверхностей. Толстая линия, огибающая концы этих векторов, условно изображает волну напряженностей на открытых поверхностях. Эти напряженности изменяются синусоидально во времени. Таким образом, на поверхности границы области ВИЧ существует стоячая волна напряженностей.

Но, главное, на открытых поверхностях ВИЧ постоянно существует давление U – см. выше. Если к этим поверхностям примыкает некоторое тело, то оно должно испытывать это давление. Таким образом, тело, находящееся в вакууме, заполненном ВИЧ, испытывает давление вакуума со всех сторон. Каждая область ВИЧ также создает давление на соседнюю область. Следовательно, ВИЧ стремится заполнить внутренние пустоты. Можно утверждать вслед за Торричели, что «вакуум не терпит пустоты».

Градиент давления в сплошном массиве ВИЧ определяется по формуле

$$g = \frac{2U}{L}, \quad (47)$$

где U, L - давление на гранях куба и длина грани куба, определенные в [1]. Тогда изменение давления на некотором расстоянии A в вакууме.

$$\Delta p_0 = g \cdot A. \quad (48)$$

Учитывая это, расположим две параллельные зеркальные поверхности на малом расстоянии друг от друга. Они сжимаются давлением бесконечного множества ВИЧ снаружи пластин и раздвигаются ничтожным давлением (2) внутренних ВИЧ. И, следовательно, давление внешних ВИЧ должно сблизить зеркала.

Читатель уже понял, что сказанное есть ничто иное, как предлагаемое объяснение эффекта Казимир - две параллельные зеркальные поверхности, расположенные на малых расстояниях в вакууме, притягиваются.

В существующей модели вакуума [2] причиной эффекта Казимира считаются *“энергетические колебания физического вакуума из-за постоянного рождения и исчезновения в нём виртуальных частиц... Происходит это вследствие того, что в пространстве между пластинами*

могут существовать только стоячие волны, амплитуда которых на пластинах равна нулю. В результате давление виртуальных фотонов изнутри на две поверхности оказывается меньше, чем давление на них извне, где рождение фотонов ничем не ограничено.” Кроме того, при объяснении этого эффекта признается существование отрицательной энергии. [3].

Эти ссылки приведены для того, чтобы отметить явное противоречие между предлагаемой и существующей теориями (ПТ и СТ).

В ПТ доказывается, что существует объемная стоячая волна с определенными напряжениями в узлах, а в СТ утверждается, что амплитуда напряженностей в узлах (на пластинах) равна нулю (можно доказать, что при этом не выполняется закон сохранения энергии).

В ПТ доказывается, что реальные частицы заполняют вакуум, а в СТ предполагается существование виртуальных частиц, рождение которых ничем не ограничено, а исчезновение ничем не объяснимо.

В ПТ доказывается, что существует постоянное давление вакуума на тела, а в СТ предполагается что такое давление создают волны виртуальных частицы, постоянно возникающих и исчезающих.

В СТ доказывается существование отрицательной энергии, а в ПТ сохраняется уважительное отношение к закону сохранения энергии.

Читателю предлагается выбрать, что ему больше нравится.

Литература

- 1а. S.I. Khmelnik. Quantum mechanics: a particle is a volumetric standing wave (the second part), данный журнал, выпуск 49, 2020, <https://zenodo.org/record/4122360>
- 1б. Хмельник С.И. Квантовая механика: частица – объемная стоячая волна (вторая часть), данный выпуск журнала ДНА, <https://zenodo.org/record/4065487>
2. https://ru.wikipedia.org/wiki/Эффект_Казимира
3. https://en.wikipedia.org/wiki/Casimir_effect
4. Чем опасны квадратные волны на море, <https://zen.yandex.ru/media/id/5b9c02e2d02e9100aacd9b5f/c-hem-opasny-kvadratnye-volny-na-more-5cfcca2e7e0d5200ae513aef>

Хмельник С.И.

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

О природе электрического заряда и статического электрического поля

Оглавление

1. Введение
 2. Математическая модель заряда
 3. Структура статического электрического поля
 4. Появление статического электрического поля
 5. Закон Кулона
- Литература

1. Введение

В [1] показано, что в конденсаторе, который включен в цепь постоянного тока, существует **электромагнитное** поле и существуют потоки электромагнитной энергии. Показано также теоретически в [1] и экспериментально в [2], что поток электромагнитной энергии продолжает циркулировать и после отключения от источника постоянного напряжения. Он остается даже тогда, когда удалены металлические обкладки, т.е. энергия конденсатора хранится в диэлектрике конденсатора даже в отсутствии зарядов. Та энергия, которая содержится в конденсаторе и которую принято считать электрической потенциальной энергией, является электромагнитной энергией, хранящейся в конденсаторе в виде стационарного потока.

В [3] описывается волна-И-частица (ВИЧ) как альтернатива волне-частице в квантовой механике, в отличие от которой ВИЧ проявляет свойства и волны, и частицы одновременно (а не попеременно в зависимости от условий, трактуемых в квантовой механике). В [3] предполагается, что реальные элементарные частицы представляют собой ВИЧ. Сама ВИЧ – это стоячая электромагнитная волна в объеме куба, не имеющая физических границ, но сохраняющая свои форму, объем, энергию, массу и импульс.

В частности, фотон – это ВИЧ. Переменное электромагнитное поле переносится фотонами. Для статического поля не найдено

реальных частиц-носителей (или «держателей») этого поля. В квантовой механике этим целям служит виртуальный фотон.

Но, если мы хотим закрыть все вопросы реальными частицами, то необходимо обнаружить (кроме ВИЧ) держатель статического поля. Кроме того, ВИЧ не может быть электрическим зарядом, поскольку в нем пульсирует переменная электромагнитная волна. Обе эти функции выполняет описываемая ниже «конструкция». Это оказывается возможным, если принять во внимание отмеченный перед этим факт – существование стационарного потока электромагнитной энергии в конденсаторе, отключенном от источника напряжения.

2. Математическая модель заряда

Рассмотрим конденсатор, имеющий форму куба, и решение **статических** уравнений Максвелла, аналогичное тому, которое предложено в [3] для других целей. Итак, напряженности электрического и магнитного полей, найденные как решение уравнений Максвелла, имеют вид

$$H_x(x, y, z, t) = h_x \cos(\alpha x) \sin(\alpha y) \sin(\alpha z), \quad (1)$$

$$H_y(x, y, z, t) = h_y \sin(\alpha x) \cos(\alpha y) \sin(\alpha z), \quad (2)$$

$$H_z(x, y, z, t) = h_z \sin(\alpha x) \sin(\alpha y) \cos(\alpha z), \quad (3)$$

$$E_x(x, y, z, t) = e_x \sin(\alpha x) \cos(\alpha y) \cos(\alpha z), \quad (4)$$

$$E_y(x, y, z, t) = e_y \cos(\alpha x) \sin(\alpha y) \cos(\alpha z), \quad (5)$$

$$E_z(x, y, z, t) = e_z \cos(\alpha x) \cos(\alpha y) \sin(\alpha z), \quad (6)$$

где $e_x, e_y, e_z, h_x, h_y, h_z$ - постоянные амплитуды функций, α - константа. Амплитуды связаны уравнениями вида

$$h_z = 0, \quad (7)$$

$$h_y = -h_x, \quad (8)$$

$$h_x = -\frac{\varepsilon\omega}{\alpha} e_x, \quad (9)$$

$$e_y = e_x, \quad (10)$$

$$e_z = -2e_x \quad (11)$$

и могут быть определены при данном e_x . Этими уравнениями описывается статическое поле, существующее в объеме куба, ребро которого имеет длину

$$L = \pi/\alpha. \quad (13)$$

Плотность электромагнитной энергии этой волны определяется как

$$W = \varepsilon E^2 + \mu H^2, \quad (14)$$

причем в этой волне выполняется условие

$$U = \varepsilon |E^2| = \mu |H^2|. \quad (15)$$

Полная электромагнитная энергия поля в кубе

$$W_o = U \cdot L^3. \quad (16)$$

Плотности потоков энергии по координатам определяются по формуле

$$S = \begin{bmatrix} S_x \\ S_y \\ S_z \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} E_y H_z - E_z H_y \\ E_z H_x - E_x H_z \\ E_x H_y - E_y H_x \end{bmatrix}. \quad (17)$$

Рассмотрим формулу

$$\begin{bmatrix} E_{\bar{y}} H_z - E_{\bar{z}} H_y \\ E_{\bar{z}} H_x - E_{\bar{x}} H_z \\ E_{\bar{x}} H_y - E_{\bar{y}} H_x \end{bmatrix} = 0 \quad (17a)$$

Заметим, что

$$\cos(\alpha x) = \cos\left(\alpha \frac{L}{2}\right) = \cos\left(\alpha \frac{\pi}{2\alpha}\right) = 0. \quad (17b)$$

Следовательно, напряженность, у которой в определении функций (1-6) встречается косинус некоторой координаты, на грани, перпендикулярной этой координате, принимает нулевое значение. В формуле (17a) зачеркнуты те напряженности, у которых встречается косинус соответствующей координаты. Видно, что компоненты в этой формуле равны нулю. Следовательно, на всех гранях куба выполняются условия вида

$$\begin{bmatrix} E_y H_z - E_z H_y \\ E_z H_x - E_x H_z \\ E_x H_y - E_y H_x \end{bmatrix} = 0, \quad (18)$$

т.е. куб не излучает энергию.

На каждой грани куба существует электрическая напряженность, вектор которой перпендикулярен этой грани. Например, на грани, перпендикулярной оси ox , вектор (4) принимает значение

$$E_x \equiv \sin(\alpha x) = \sin\left(\alpha \frac{L}{2}\right) = \sin\left(\alpha \frac{\pi}{2\alpha}\right) = 1, \quad (19)$$

- см. также (13). Итак, поток энергии не выходит из этой грани, но существует электрическая напряженность перпендикулярная этой грани. Аналогичный вывод можно сделать относительно остальных граней куба.

На рис. 1 показаны электрические напряженности, выходящие из граней куба. На гранях с отрицательным значением координаты

напряженности направлены в отрицательную сторону, т.к. при этом $\sin(\alpha x) = -1$.

Посмотрим на этот рисунок. Перед нами кубический заряд, на ВСЕХ гранях которого имеется электрическая напряженность одного и того же знака. Следовательно, в данном кубическом объеме электромагнитного поля хранится электрический заряд. Этот заряд может иметь любой знак. Если векторы электрической напряженности направлены во вне куба, то заряд является положительным, если внутрь куба – то заряд является отрицательным.

В таком заряде есть много общего с волной-И-частицей. Он **не** имеет каких-либо границ - физических или образованных неоднородностью среды. У него также есть энергия, внутренний поток электромагнитной энергии (не выходящий наружу) и, как следствие существования этого потока, импульс и масса. Величина энергии и напряженность внешнего поля являются функциями только размера куба. В свою очередь, размером куба и напряженностью на гранях куба определяются величина заряда. Видимо, существует наименьший объем куба, определяемый минимумом кванта энергии, и минимальный заряд.

В дальнейшем будем называть его полем-И-частице - ПИЧ (field-AND-particle FAP). Найдем среднюю электрическую напряженность на поверхности ПИЧ из (10, 11) с учетом неравномерного распределения напряженности по грани:

$$E \approx (e_y + e_x + e_z)/3 \approx e_x. \quad (20)$$

Для определения заряда ПИЧ представим его приближенно шаром с диаметром (13) и воспользуемся формулой напряженности на поверхности шарового заряда

$$E = \frac{q}{4\pi\epsilon_0 r^2} \quad (21)$$

или, с учетом (20, 13) и того, что $r = L/2$,

$$q = 4\pi\epsilon_0 \left(\frac{\pi}{2\alpha}\right)^2 E = \pi^3 \epsilon_0 e_x / \alpha^2. \quad (22)$$

Множество минимальных зарядов образуют некоторый объемный заряд. Целостность объемного заряда обеспечивается силами, которые подробно рассмотрены в [4].

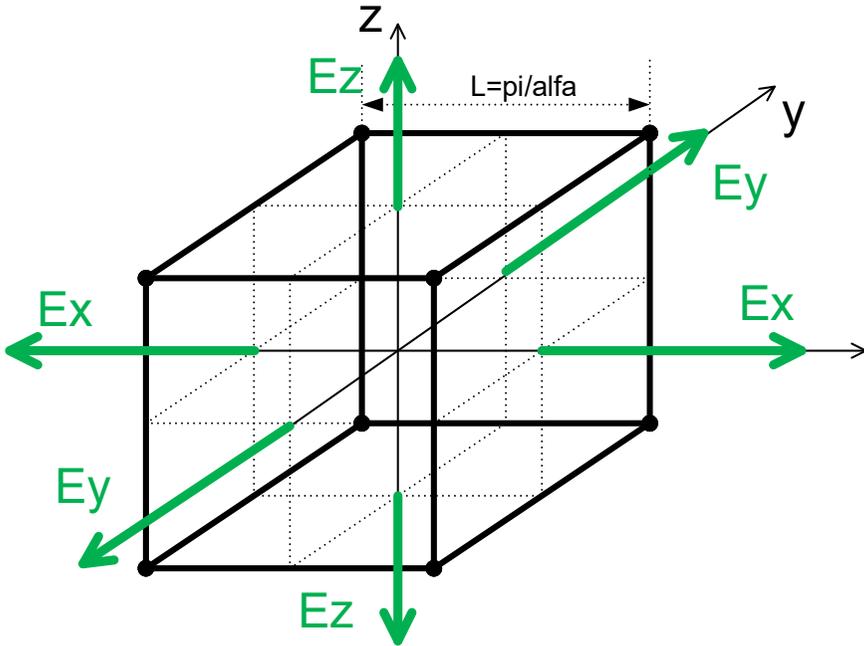


Рис. 1.

3. Структура статического электрического поля

ПИЧ может входить в состав частиц. Можно предположить, что в состав электрона и протона входит ПИЧ.

Но ПИЧ может существовать самостоятельно. Пространство, заполненное множеством ПИЧ, как множеством разрозненных электрических зарядов, образуют статическое электрическое поле. Эти ПИЧ-заряды отталкиваются друг от друга. Что же мешает им разлететься в бесконечность? Тут надо вспомнить, что ПИЧ – это масса. Массы притягиваются. Следовательно, существует такая граница электрического поля, где при данной плотности ПИЧ силы их электрического отталкивания и гравитационного притяжения равны.

Посторонний электрический заряд, попавший в такое электрическое поле, будет выталкиваться зарядами поля в ту или иную сторону в зависимости от знака поля и знака постороннего заряда.

Посторонний заряд – частица, более крупная, чем ПИЧ поля. При совпадении знаков поля и заряда, заряд отталкивается от множества ВИЧ и движется в сторону ослабленного поля.

При противоположности знаков поля и заряда, заряд движется в сторону усиленного поля. При этом он «оттягивается» от тех ВИЧ-зарядов, с которыми соединился силами притяжения противоположных зарядов, в сторону более плотного расположения ВИЧ-зарядов.

При движении сквозь сопротивляющееся этому движению поле зарядов, посторонний заряд, конечно, меняет их взаимоположение, но потом заряды поля возвращаются в свое равновесное состояние – то состояние, в котором ПИЧ, распределены, как отталкивающиеся электрические заряды. Поэтому можно утверждать, что потенциальная энергия постороннего заряда – это дополнительная энергия электрического поля, искаженного присутствием постороннего заряда и стремящегося перейти в нормальное состояние.

4. Появление статического электрического поля

Как указывалось, переменное электромагнитное поле переносится фотонами, а для статического поля не найдено частиц – «держателей» этого поля. И это, казалось бы, не создает проблем. Но в общей картине электромагнитных полей отсутствие таких частиц нарушает совершенство этой картины. ПИЧ завершает эту картину.

Ясно, что статическое поле появляется при прекращении возмущения переменного электромагнитного поля. Электромагнитное поле – электромагнитная волна «замирает (freezes)». В этом состоянии она должна превратиться в стоячую волну, а фотоны должны превратиться в покоящуюся частицу. Но, во-первых, мы наблюдаем только электрическое поле или только магнитное поле, а, во-вторых, мы не видим каких-либо частиц. Кроме того, электромагнитная волна не может «замереть» сразу во всем своем объеме и превратиться в стоячую волну гигантского объема.

ПИЧ – это, возможно, то, во что превращается фотон, когда волна превращается в поле. Процесс превращения переменного электромагнитного поля в статическое поле, также, как и процесс исчезновения статического поля, не рассматриваются (просто потому, что автору нечего сказать на эту тему).

Можно представить себе такую картину. Заряд движется и при этом от него (из-под колес) разлетается фотонная пыль, которая летит (со скоростью света) до тех пор, пока заряд шевелится. А после этого оседает там, куда прилетела, и превращается в неподвижную пыль. Каждый фотон (ВИЧ) превращается в неподвижный ПИЧ. Для этого в кубе ВИЧ электромагнитная волна должна перестать пульсировать во времени и «застыть» в некотором положении. Однако и в этом положении поток энергии, постоянный по величине, продолжает движение по замкнутой траектории.

5. Закон Кулона

В нашей интерпретации электростатическое поле – это множество одноименных электрических зарядов, распределившихся в пространстве силами взаимного отталкивания в соответствии с законом Кулона.

Если известна плотность распределения зарядов ПИЧ, то может быть найдено распределение напряженности электрического поля, созданного этими ПИЧ. Может быть решена и обратная задача – определение плотности распределения ПИЧ при известном распределении напряженности электрического поля. Можно поэтому утверждать, что естественная плотность распределения ПИЧ соответствует естественному распределению напряженности электрического поля, т.е. определяется законом Кулона.

Очевидно, взаимодействие заряда 1 с зарядом 2 эквивалентно взаимодействию заряда 1 с электрическим полем заряда 2. Следовательно, поле, созданное множеством ПИЧ под воздействием заряда 2, является средой, которая создает силы Кулона, действующие на заряд 1. Другими словами, **электрическое поле, как множество ПИЧ – это та среда, которая реализует закон Кулона.**

Это означает, что все взаимодействия (включая рассмотренные выше) между электрическими зарядами выполняются множеством ПИЧ. Для объяснения этих взаимодействий НЕ требуется привлекать представление о дальнем действии.

Следует отметить в связи с этим, что гравитационное взаимодействие подобно кулоновскому и для него можно найти аналогичное объяснение.

Литература

1. Хмельник С.И. Решение уравнений Максвелла для конденсатора в цепи постоянного тока. Природа потенциальной энергии конденсатора, <https://zenodo.org/record/4206086>. Глава 7 из книги: 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>
2. Ревякин П.Ю. Передача энергии через диэлектрик, DNA-45, стр.101, <https://zenodo.org/record/2588411>
3. Хмельник С.И. Квантовая механика: частица – объемная стоячая волна (вторая часть), DNA-51, стр. 20, <https://zenodo.org/record/4065487>
4. Хмельник С.И. Квантовая механика: частица – объемная стоячая волна, DNA-50, стр. 45, <https://zenodo.org/record/3988252>.

Хмельник С.И.

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

Теоретическое обоснование эффекта Мейснера

Аннотация

Показывается на основе анализа эксперимента [2], что в эффекте Мейснера требует объяснения не только факт отталкивания, но и факт притяжения магнита и сверхпроводника. Доказывается на основе решения уравнений Максвелла (без дополнительных предположений), что поле постоянного магнита создает в сверхпроводнике постоянный ток, структура которого представляет собой соленоид. Этот соленоид взаимодействует с магнитом таким образом, что сверхпроводник на некотором расстоянии от магнита находит устойчивое положение, в котором плоскости торца магнита и сверхпроводника совпадают.

Оглавление

1. Введение
 2. Токопроводный диск рядом с магнитом
 3. Приложение. Структура постоянного тока
- Литература

1. Введение

Эффект Мейснера *по определению* заключается в том, что магнитное поле полностью вытесняется из объема сверхпроводника [1]. Принято считать, что этот эффект служит экспериментальным доказательством того, что существует принципиальное отличие внутренней структуры сверхпроводника от обычного проводника. Далее будет доказано, что этот эффект – следствие больших токов, а не специфики материала.

Прежде всего рассмотрим великолепный эксперимент [2]. Сверхпроводящий диск висит над плоским кольцом магнитов и

движется вдоль этого кольца, как по рельсам, если экспериментатор его слегка толкнет – см. рис. 1. Сверхпроводящий диск висит и под кольцом магнитов, а также удерживается рядом с наклоненным магнитом под любым углом наклона этого магнита - см. рис. 2. Совершенно очевидно, что ни отталкиванием, ни притяжением диска и магнита невозможно объяснить этот эксперимент. Представление о магнитном выталкивании не помогает найти объяснение. Есть эффект, но его общепринятое определение придумано под придуманное объяснение. Это то, что называется подгонкой под ответ.



Рис. 1.



Рис. 2.

Таким образом, эффект Мейснера следует определить как *положение проводника рядом с магнитом без их соприкосновения, устойчивое и независимое от ориентации магнита и относительной скорости движения проводника.*

Это означает, что требуется объяснения не только факт отталкивания, но и факт притяжения магнита и проводника. Гравитационная сила не может быть объяснением для притяжения проводника снизу и сбоку. Поэтому далее мы будем пренебрегать силой притяжения.

2. Токопроводящий диск рядом с магнитом

Далее будем рассматривать проводник в виде диска. Рассмотрим дисковый соленоид с током, расположенный рядом с магнитом так, что ось соленоида перпендикулярна плоскости торца магнита. На каждый элемент проводника действует сила Лоренца, как векторное произведение элемента тока и индукции магнита.

Горизонтальные проекции сил Лоренца суммируются. Читатель может убедиться, что сумма этих сил становится равной нулю, когда эти силы расположены симметрично относительно оси соленоида. Такое положение создается, когда ось соленоида совпадает с осью магнита. Следовательно, **силы Лоренца располагают соленоид так, чтобы его ось совпала с осью магнита**. Поэтому далее мы будем рассматривать только осевые силы притяжения или отталкивания.

В приложении доказывается, что в проводящем диске под действием постоянного внешнего магнитного поля

- возникает постоянный ток,
- этот ток в цилиндрических координатах распространяется по радиусу, по окружности и вдоль оси диска,
- ток возникает несмотря на то, что диск не является замкнутым проводником ни по радиусу, ни по оси,
- линии тока имеют спиральную структуру,
- по окружности ток может вращаться в ту или иную сторону, либо вообще не вращаться.

Таким образом, можно говорить о том, что проводящий диск в поле постоянного магнита представляет собой соленоид. Этот соленоид взаимодействует с магнитом, т.е. магнит создает соленоид, который с взаимодействует с этим магнитом.

Кольцевые токи, возникающие в диске, создают осевую магнитную напряженность, направленную против магнитной напряженности магнита и поэтому диск отталкивается от магнита. Это соответствует правилу Ленца. По мере увеличения расстояния между диском и магнитом внешняя напряженность, действующая на

диск, уменьшается и уменьшается величина токов. Прежде всего уменьшается величина кольцевых токов и уменьшается сила отталкивания диска от магнита. В некоторый момент кольцевые токи становятся равными нулю. Если диск продолжает удаляться от магнита, то вновь появляются кольцевые токи, направленные в противоположную сторону, и диск притягивается к магниту. Таким образом, положение диска в точке нулевого кольцевого тока является устойчивым.

Отсюда следует, что проводник, расположенный рядом с постоянным магнитом, может демонстрировать эффект Мейснера. Этот эффект будет тем большим, чем меньше сопротивление проводника. Не удивительно, что этот эффект был обнаружен в экспериментах со сверхпроводниками. Но этот эффект НЕ является следствием сверхпроводимости.

Приложение. Структура постоянного тока.

В [1, глава 5] показано, что в проводе постоянного тока распределение плотностей тока J и магнитных напряженностей H в описывается уравнениями Максвелла, которые в этом случае имеют вид:

$$\operatorname{rot}(H) = 0, \quad (1)$$

$$\operatorname{div}(H) = 0. \quad (2)$$

$$\operatorname{rot}(J) = 0, \quad (3)$$

$$\operatorname{div}(J) = 0, \quad (4)$$

При моделировании будем использовать цилиндрические координаты r, ϕ, z . Тогда эти уравнения примут вид:

$$\frac{H_r}{r} + \frac{\partial H_r}{\partial r} + \frac{1}{r} \cdot \frac{\partial H_\phi}{\partial \phi} + \frac{\partial H_z}{\partial z} = 0, \quad (5)$$

$$\frac{1}{r} \cdot \frac{\partial H_z}{\partial \phi} - \frac{\partial H_\phi}{\partial z} = J_r, \quad (6)$$

$$\frac{\partial H_r}{\partial z} - \frac{\partial H_z}{\partial r} = J_\phi, \quad (7)$$

$$\frac{H_\phi}{r} + \frac{\partial H_\phi}{\partial r} - \frac{1}{r} \cdot \frac{\partial H_r}{\partial \phi} = J_z, \quad (8)$$

$$\frac{J_r}{r} + \frac{\partial J_r}{\partial r} + \frac{1}{r} \cdot \frac{\partial J_\phi}{\partial \phi} + \frac{\partial J_z}{\partial z} = 0, \quad (9)$$

$$\frac{1}{r} \cdot \frac{\partial J_z}{\partial \phi} - \frac{\partial J_\phi}{\partial z} = 0, \quad (10)$$

$$\frac{\partial J_r}{\partial z} - \frac{\partial J_z}{\partial r} = 0, \quad (11)$$

$$\frac{J_\phi}{r} + \frac{\partial J_\phi}{\partial r} - \frac{1}{r} \cdot \frac{\partial J_r}{\partial \phi} = 0. \quad (12)$$

Решение этой системы уравнений имеет вид:

$$H_r = h_r(r) \sin(\alpha\varphi + \chi z), \quad (13)$$

$$H_\varphi = h_\varphi(r) \cos(\alpha\varphi + \chi z), \quad (14)$$

$$H_z = h_z(r) \sin(\alpha\varphi + \chi z), \quad (15)$$

$$J_r = j_r(r) \cos(\alpha\varphi + \chi z), \quad (16)$$

$$J_\varphi = j_\varphi(r) \sin(\alpha\varphi + \chi z), \quad (17)$$

$$J_z = j_z(r) \cos(\alpha\varphi + \chi z), \quad (18)$$

где α, χ – некоторые константы, $h(r), j(r)$ – некоторые функции координаты r . Эти функции определены следующими уравнениями:

$$h_z''(r) + h_z'(r) - h_z(r) \left(\frac{\alpha^2}{r^2} + \chi^2 \right) = 0, \quad (19)$$

$$h_\varphi(r) = -\frac{\alpha}{\chi} \left(\frac{h_z(r)}{r} + j_r(r) \right), \quad (20)$$

$$h_r(r) = -\frac{1}{\chi} (h_z'(r) + j_\varphi(r)), \quad (21)$$

$$j_z''(r) + j_z'(r) \frac{1}{r} - j_z(r) \left(\frac{\alpha^2}{r^2} + \chi^2 \right) = 0, \quad (22)$$

$$j_\varphi(r) = -\frac{\alpha}{\chi} \cdot \frac{j_z(r)}{r}, \quad (23)$$

$$j_r(r) = -\frac{1}{\chi} \cdot j_z'(r). \quad (24)$$

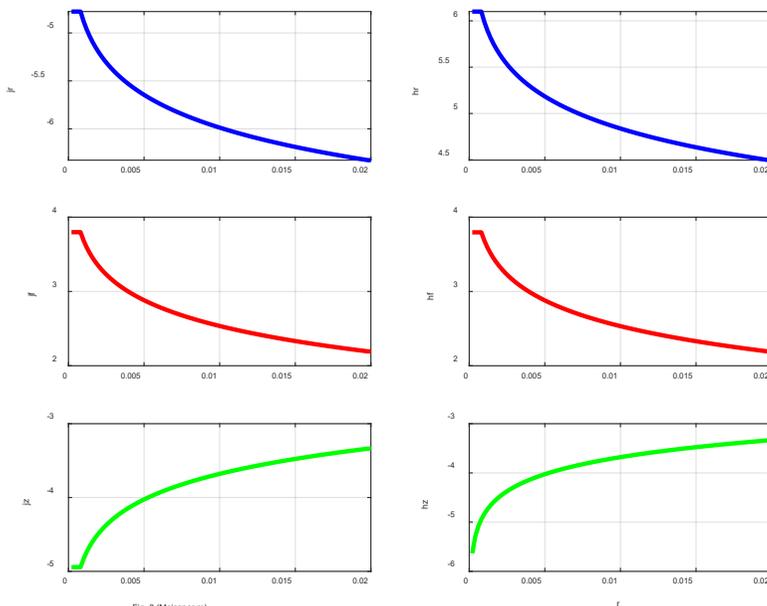


Fig. 3 (Meissner.m)

Важно отметить, что и в этом случае восемь уравнений (5-12) имеют при данных α, χ единственное решение в виде шести

уравнений (19-24). На рис. 3 показаны графики логарифмов этих функций при $\alpha = 0.5, \chi = 0.1, R = 0.02$.

Токи и магнитные напряженности распределены так всегда, даже в том случае, когда в проводе существуют только тепловые токи. Так происходит потому, что токи взаимодействуют между собой силами Лоренца и именно это взаимодействие описывается уравнениями Максвелла. Если к тепловым токам добавляется ток проводимости, то в математическом описании меняются только значения констант α, χ . Точно тоже самое происходит в том случае, когда провод попадает во внешнее магнитное поле: меняются только значения констант. Важно, однако, чтобы напряженность магнитного поля была неравномерной. В [3, глава 5d] описываются различные эксперименты, демонстрирующие явление возникновения постоянного электрического тока под воздействием постоянного магнитного поля.

Таким образом, магнитное поле в проводе не вытесняется, а создается вновь и вместе с этим полем создаются токи. При малом внутреннем сопротивлении диска токи принимают большие значения.

Ток в проводе имеет соленоидальную структуру. Поэтому можно рассматривать его, как соленоид. На рис. 4 показаны три винтовые линии тока: толстая линия при $\alpha = 2, \chi = 0.8$, средняя линия при $\alpha = 0.5, \chi = 2$ и тонкая линия при $\alpha = 2, \chi = 1.6$. Показаны винтовые линии для функций J , определенных по (17, 18), а именно для суммарного тока с проекциями J_φ и J_z при $r = \text{const}$. Эти функции определены при $\alpha > 0$.

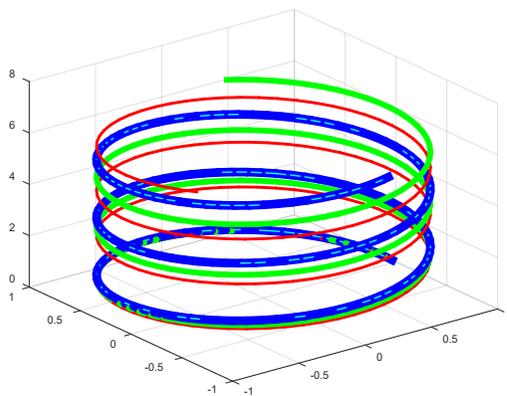


Рис. 4.

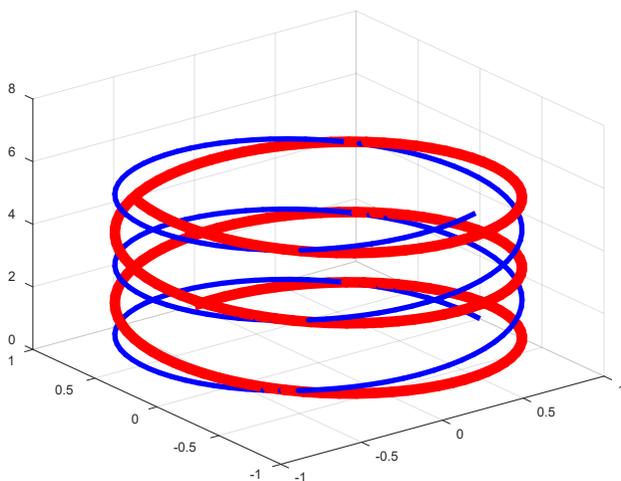


Рис. 5

На рис. 4 показаны винтовые линии

- для функций J , определенных при $\alpha > 0$ как на рис. 3 (см. тонкую линию) и
- для функций J , определенных при $\alpha < 0$ (см. толстую линию).

При $\alpha > 0$ окружные токи исчезают – см. $j_\phi(r)$ в формуле (23). Однако уравнение (4), по-прежнему, соблюдается. При $\alpha > 0$ изменяется также знак функции H_z – см. (15).

Все уравнения выполняются также для провода ограниченной длины – в нашем случае, для диска. На рис. 5 показаны функции (13-18) на проводе, длина которого равна $L = \frac{2\pi}{\chi}$. Видно, что осевой ток J_z (сплошная линия) принимает нулевое значение на концах провода, а осевые магнитные напряженности H_z и круговой ток J_ϕ (пунктирная линия) на концах провода принимают максимальные и противоположные по знаку значения.

На рис. 7 показаны различные функции для трех положений диска в предположении, что магнит находится сверху, при этом в средних окнах показаны функции для устойчивого положения. Показаны функции только для одного значения радиуса. В правых окнах показана спираль линии тока, а в правых окнах показаны

зависящие от Z функция J_z (сплошная линия) и функции H_z, J_φ (пунктирная линия).

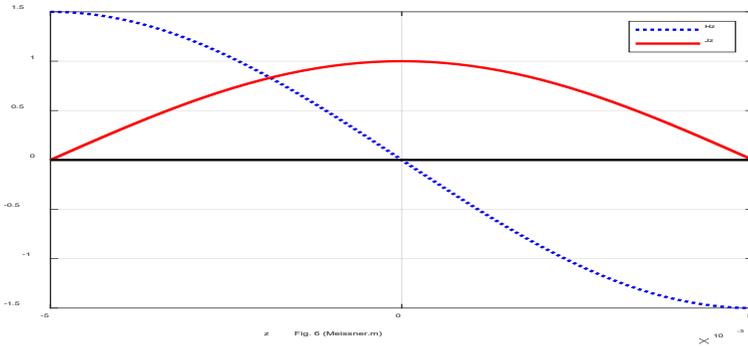


Fig. 6 (Meissner.m)

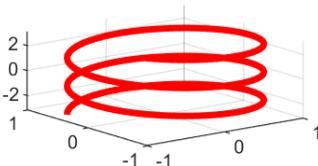
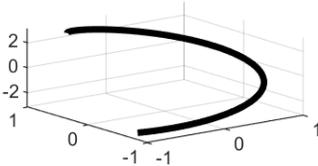
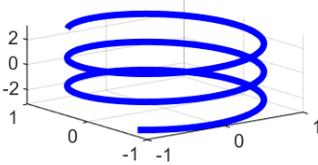
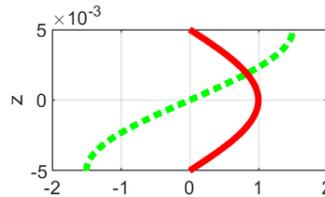
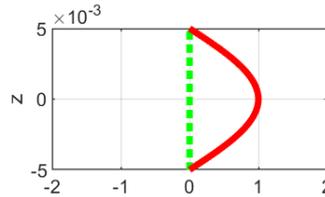
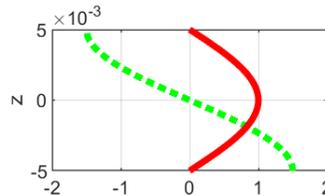


Fig. 7. (Meissner2.m)



Литература

1. https://ru.wikipedia.org/wiki/Эффект_Мейснера
2. Quantum Levitation
https://www.youtube.com/watch?v=VyOtIsnG71U&feature=emb_logo
3. 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>

Верин О.Г.

Одеяло для Солнца

Аннотация

События, происходящие на Солнце, не только определяют климат Земли и процессы планетарного масштаба, но и непосредственно влияют на самочувствие и здоровье каждого из нас. Поэтому изучению Солнца придается такое большое значение, а каждый «сбой» солнечной активности и грандиозные магнитные бури, угрожающие работе электросетей, современной техники и интернета, приковывают к себе всеобщее внимание. Однако «устройство» и функционирование Солнца настолько сложны, что количество неясностей и вопросов по мере изучения Солнца, пожалуй, растет быстрее, чем количество получаемых ответов. И это несмотря на применение современных космических приборов и постоянное совершенствование методов исследования! Становится все более очевидным, что в сложившейся физической картине Солнца не хватает какого-то ключевого элемента, который связал бы между собой кажущиеся разрозненными факты.

Оглавление

1. Введение
 2. Глобальная конвекция на Солнце
 3. Структура общего магнитного поля Солнца и циклические изменения его полярности
 4. Из чего сделано солнечное «одеяло»?
 5. Заключение
- Литература

1. Введение

Выражаясь техническими терминами, термоядерный реактор, которым фактически является Солнце, обладает удивительной стабильностью и надежностью работы. Солнечная постоянная (1373 Вт/м^2) – полная мощность излучения, которое падает на площадку единичной площади, помещенную вне атмосферы Земли на среднем

расстоянии Земли от Солнца, действительно демонстрирует завидное постоянство и колеблется в пределах одного ватта [1].

Однако образ «идеального» Солнца за столетия его наблюдения становился в глазах ученых все более загадочным, пополняясь странными «детальями» и фактами. В частности, оказалось, что на Солнце есть темные пятна, а их количество циклически изменяется со средней периодичностью в 11 лет. Но излучение Солнца, как это ни покажется странным, увеличивается при максимальном количестве пятен. Кроме того, цикл солнечной активности довольно сильно варьируется. Например, в XX веке он был ближе к 10 годам, а за последние 300 лет изменялся в широких пределах от 7 до 17 лет.

Выяснилось также, что Солнце имеет собственное магнитное поле довольно сложной конфигурации. В масштабах всего Солнца оно включает в себя дипольную составляющую и тороидальные поля, имеющие противоположные направления в северном и южном полушариях. Существуют еще и локальные намного более мощные поля в местах темных пятен и неоднородностей - турбулентностей и выбросов плазмы. Наиболее поразительным представляется тот факт, что магнитное поле Солнца периодически меняет свое направление на противоположное. Это происходит также примерно каждые 11 лет.

На этом «странности» нашего светила не заканчиваются. Например, среди труднообъяснимых особенностей Солнца называют огромную разницу температур между относительно холодной поверхностью Солнца ($\sim 5800\text{K}$) и чрезвычайно горячей короной, разогретой до миллионов градусов.

В данной работе сделана попытка поиска ключевых элементов в физической картине Солнца, которые позволили бы объединить кажущиеся такими противоречивыми факты в логичную последовательность. Естественно, что ввиду сложности проблемы предлагаемая трактовка физики Солнца не претендует на неоспоримость и рассматривается автором как одна из возможных гипотез.

2. Глобальная конвекция на Солнце

В настоящее время вполне справедливо принято считать, что вариации солнечной активности в решающей степени зависят от процессов, происходящих в приповерхностных областях Солнца. Что же касается внутреннего объема Солнца, то его непосредственное исследование очень затруднено, хотя происходящие там процессы теоретически разработаны достаточно

подробно. Ориентировочно до $\frac{1}{4}$ радиуса Солнца занимает ядро (рис. 1), где протекают термоядерные реакции, а вплоть до $0,86$ радиуса располагается промежуточная область, где происходит диффузия излучения [1, 2].

Эти две внутренние области вращаются практически как твердое тело. Когда же речь заходит о конвективной области, которая простирается почти до самой поверхности Солнца, то ее описание до сих пор вызывает много вопросов. Почему так важно для понимания закономерностей солнечной активности изучение процессов, происходящих в конвективной области? Дело в том, что именно эти процессы являются задающими, так как их энергия фактически равна всей тепловой энергии, выделяемой Солнцем. Именно с конвекцией связано наблюдаемое дифференциальное вращение солнечной поверхности. На экваторе период вращения равен приблизительно 25 суткам, у полюсов – порядка 36, а в среднем – 27 суток.

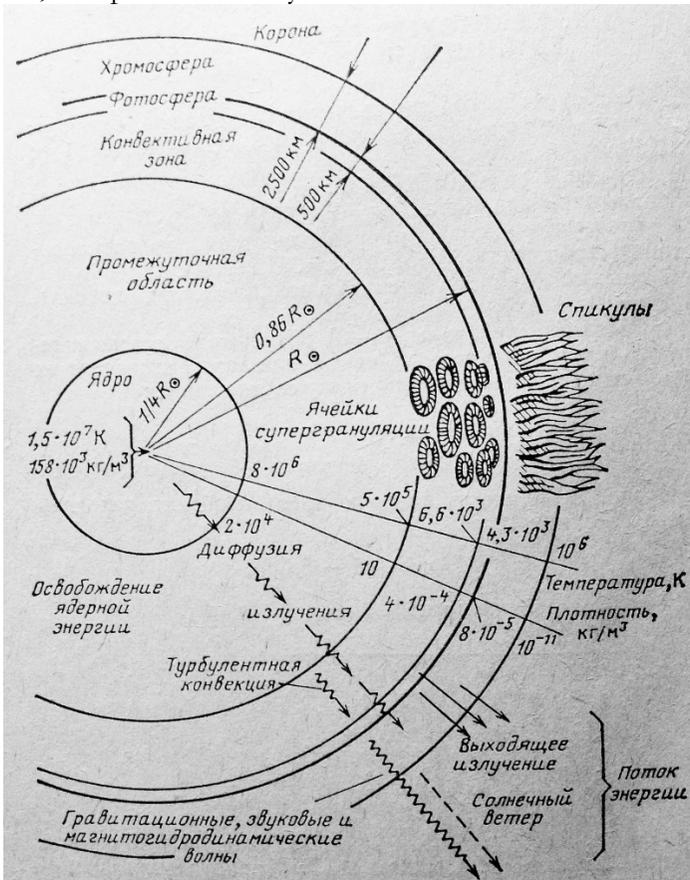


Рис. 1. Строение Солнца [1, 2].

При описании конвекции на Солнце логично учесть опыт исследования аналогичных процессов в атмосферах планет [3]. В частности, вращение Солнца должно приводить к тому, что конвективные ячейки, аналогично тому как это происходит, например, в атмосфере Земли или Юпитера, должны «вытягиваться» вдоль направления вращения и располагаться симметрично относительно экватора (рис. 2, 3).

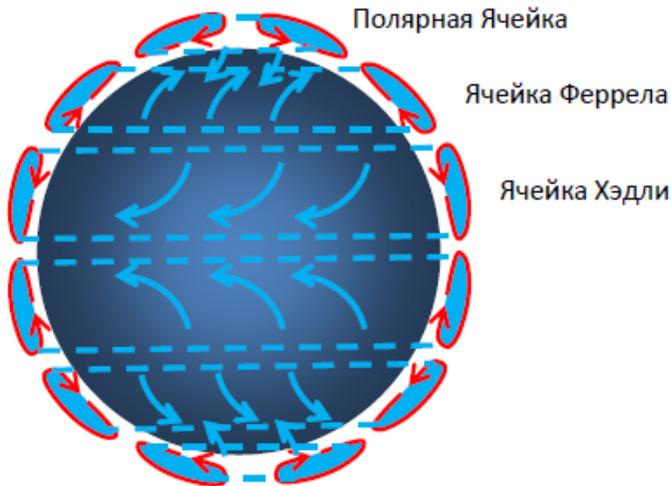


Рис. 2. Глобальные конвективные ячейки земной атмосферы.



Рис. 3. Перепады скоростей в местах контакта конвективных ячеек Юпитера приводят к возникновению вихрей.

Количество конвективных ячеек в атмосфере планеты существенным образом зависит как от размеров самой атмосферы, так и от особенностей энергетических потоков. На Солнце количество глобальных конвективных ячеек можно определить по ряду косвенных признаков.

В первую очередь, необходимо попытаться связать особенности дифференциального вращения поверхности с конвективным движением. Следует учитывать, что движение каждого элементарного объема плазмы при вращении происходит с соблюдением закона сохранения момента импульса. Поэтому удаление от оси вращения приводит к замедлению движения, а приближение к оси вращения – к ускорению.

Исходя из этого, можно предположить, что на Солнце в каждом полушарии имеются по две конвективных ячейки, как это показано на рис. 4. *Полярные ячейки* включают в себя оба полюса, а *экваториальные ячейки* располагаются симметрично вдоль экватора.

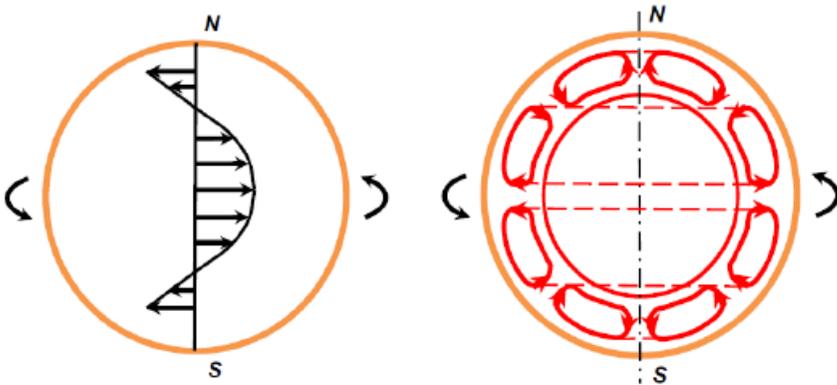


Рис. 4. Конвективные ячейки на Солнце (справа) и дифференциальное вращение (сдвиг относительно среднего перемещения за один оборот).

В качестве второго косвенного признака, который говорит в пользу изображенной на рис. 4 схемы конвекции на Солнце, можно рассматривать опоясывающую цепь возмущений на поверхности в средних широтах, где разливается разогретая плазма, поднимающаяся из глубины конвективной зоны в области экватора (рис. 5). Легко заметить, что конвективное охлаждение у полюсов происходит более интенсивно, чем в области экватора. Действительно, к полюсам и от полюсов потоки направляются со

всех сторон, в то время как в экваториальной области потоки идут лишь с двух сторон - с юга и с севера.

Как следствие, у полюсов поверхность Солнца более спокойная и не перегревается, а экваториальные ячейки периодически «закипают» [4]. Кроме того, полюса дополнительно охлаждаются из-за вертикального направления магнитного поля в этих областях, что способствует свободной эмиссии солнечного ветра с полюсов. Экваториальные ячейки энергетически оказываются более мощными, и раскаленные массы плазмы, поднимающиеся из глубины вдоль экватора, растекаются по поверхности, достигая полярных ячеек.

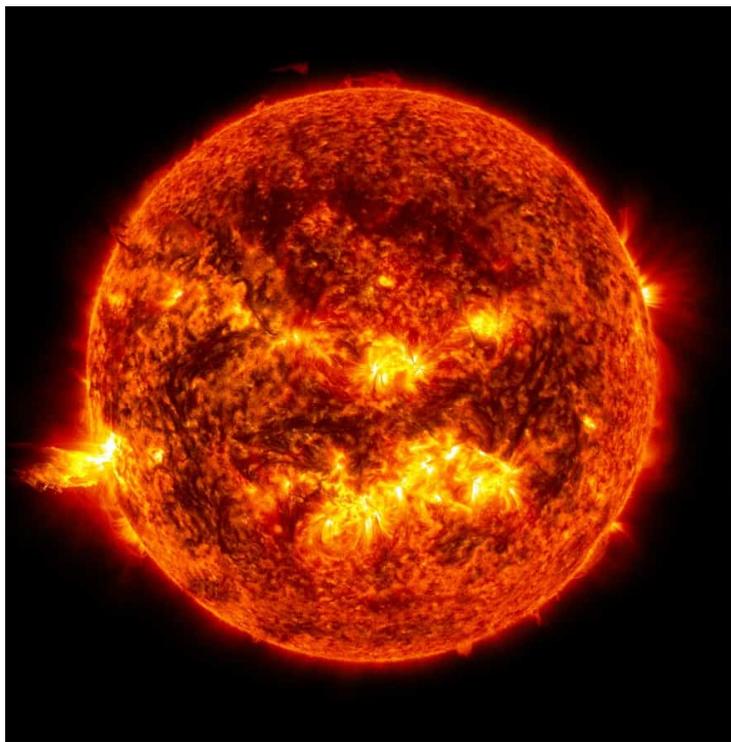


Рис. 5. С двух сторон от экватора вплоть до средних широт наблюдаются цепочки вспышек и турбулентностей [4].

В средних широтах постепенно охлаждающиеся массы плазмы опускаются в глубину. На фоне вращательного движения Солнца это способствует образованию вихрей, которые на больших широтах все больше становятся похожими на «перевернутые» циклоны в земной атмосфере [3]. О симметрии процесса конвекции относительно экватора свидетельствует диаграмма «бабочки» Маундера (рис. 6). Видно, что в начале цикла солнечной активности темные пятна

появляются в районе широт $\pm 30^\circ$, а далее по мере «закипания» плазмы приближаются к экватору. Эти процессы циклического охлаждения и «закипания» плазмы вызывают то замедление, то ускорение конвективного движения в целом.

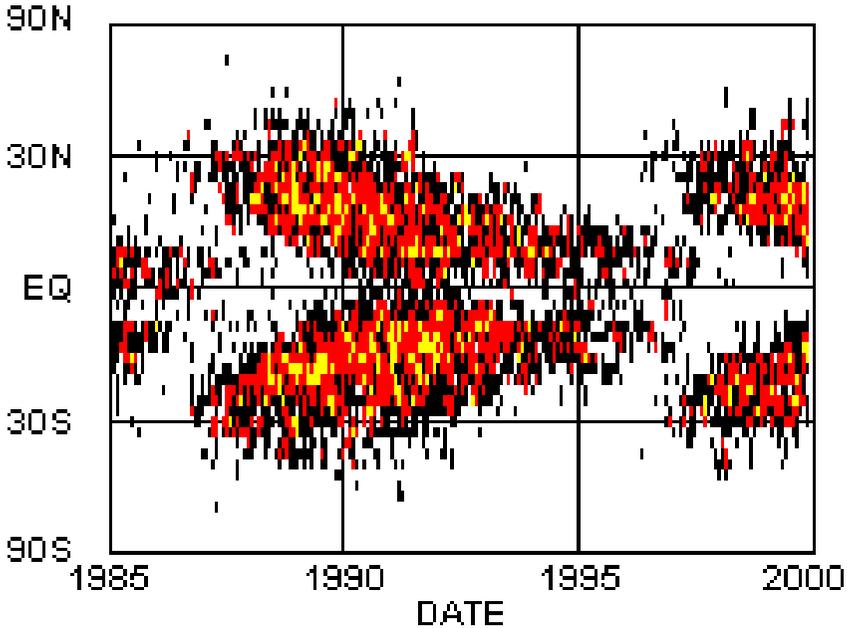


Рис. 6. Диаграмма «бабочки» Маундера [4].

Заметим также, что азимутальное вращение плазмы в конвективных ячейках в местах контакта с промежуточной областью Солнца должно соответствовать усредненной скорости вращения на этих широтах. Следовательно, в зоне так называемого тахоклина (область контакта нижних слоев конвективных ячеек с зоной диффузии излучения) плазма проходит участки, на которых она испытывает то ускорение, то торможение. На поверхности Солнца перепады скоростей плазмы в значительной степени сглаживаются покрывающим Солнце довольно плотным «одеялом», похожим на облака, природа которых будет рассмотрена подробно в п. 4.

Вся видимая поверхность Солнца как раз и представляет собой подобие «одеяла», состоящего из водорода в особом энергетическом состоянии, похожем на «вещество» шаровой молнии. Это состояние проявляется в грануляции и огромном количестве постоянно происходящих очень мелких вспышек на поверхности Солнца. Однако самый существенный эффект, создаваемый «одеялом», состоит в том, что оно действительно является тепловым экраном,

сохраняющим и поддерживающим стабильность температуры Солнца.

Как это происходит?

При перегреве бурлящая плазма увеличивает количество разрывов в «одеяле». Возрастает количество темных пятен (вихрей), вспышек, трещин. Поэтому повышенная солнечная активность приводит к остыванию плазмы. В результате, на следующем этапе активность Солнца снижается, а разрывы в «одеяле» затягиваются. В течение этой относительно спокойной фазы конвективная область под «одеялом» снова постепенно разогревается, и далее процесс повторяется. Именно в этом состоит основная физическая причина наблюдаемой цикличности солнечной активности.

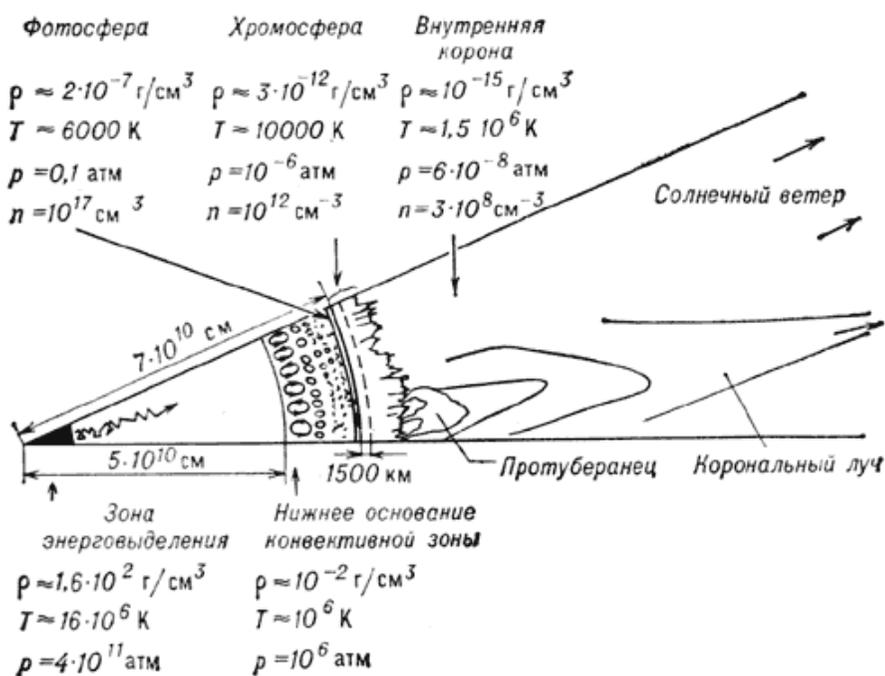


Рис. 7. Физические характеристики различных областей Солнца [2, 4].

Эффект теплового экрана заметен не только визуально по тому, как сквозь разрывы в этом «одеяле» изнутри прорывается мощное излучение. Объективным показателем является скачок основных характеристик плазмы и разительный контраст процессов, происходящих по обе стороны от теплового экрана, совпадающего с областью фотосферы (рис. 7).

Количество разрывов «одеяла» как в северном полушарии, так и в южном полушарии зависит от фазы солнечной активности, но

вместе с тем могут иметь место и случайные отклонения. Это происходит из-за того, что движение перегретой плазмы при конвекции не является ламинарным и образует всплески и завихрения, которые характерны для «непредсказуемого» турбулентного движения. Поэтому в северном и южном полушариях интенсивность солнечной активности может различаться и иметь относительный сдвиг по времени.

Таким образом, взаимодействие северного и южного полушарий Солнца между собой приобретает сложный неравновесный характер. Следует также учитывать, что на поверхности скорость конвективного движения составляет порядка 1 – 2 км/с, в то время как в глубинных областях она на порядки снижается из-за увеличения плотности. Поэтому плазма проходит путь по поверхности Солнца в течение недель, а замыкает цикл, двигаясь в глубине, за месяцы и даже годы.

Соответственно время «оборота» плазмы в разных слоях одной и той же конвективной ячейки может сильно различаться, вызывая существенные отклонения от усредненной цикличности солнечной активности и порождая вариации ее интенсивности (рис. 8).

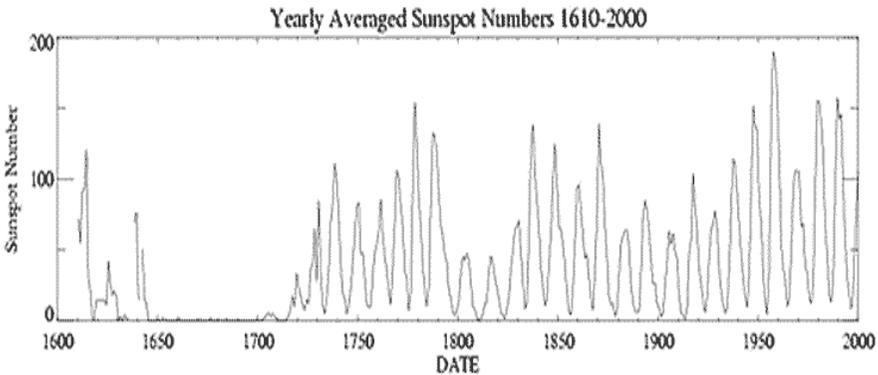


Рис. 8. Изменения солнечной активности за все время наблюдения (<http://crydee.sai.msu.ru/>).

В заключение этого раздела заметим, что, для дальнейшего анализа ключевое значение имеет вывод о воздействии цикличности солнечной активности на вариации скорости конвективного движения плазмы. Это обстоятельство, как будет показано в следующем разделе, лежит в основе глобальных магнитных явлений на Солнце.

3. Структура общего магнитного поля Солнца и циклические изменения его полярности

Сформулируем свойства плазмы, которые необходимо учитывать при анализе магнитного поля Солнца.

- Относительное движение электронов и ионов плазмы создает магнитное поле. Но так как плазма в целом вращается, то и магнитное поле вращается вместе с Солнцем.

- Газ электронов и газ ионов, находясь в относительном движении, «пронизывают друг друга» практически без «трения». Поэтому процесс естественного затухания магнитного поля оказывается очень длительным и в масштабах Солнца может занимать многие десятилетия.

Взаимное влияние движущейся плазмы и создаваемого этим движением магнитного поля с трудом поддается математическому описанию, однако анализ общего магнитного поля Солнца упрощается, так как в целом его структура следует за мощным конвективным движением, которое в данном случае играет роль задающего процесса. Действительно, энергия конвективного движения определяется фактически всей энергией излучения Солнца. Поэтому конвекция является определяющим процессом по отношению к относительно слабому общему магнитному полю Солнца.

Кроме того, учитывая «спокойный характер» и в целом равномерное конвективное движение в полярных ячейках, будем считать, что эти ячейки практически не влияют на формирование магнитного поля Солнца. Поэтому сосредоточимся на процессах в экваториальных ячейках.

Представим себе гипотетическое исходное состояние, при котором в экваториальных конвективных ячейках происходит равномерное движение плазмы, а магнитное поле отсутствует. Если на плазму в таком начальном состоянии воздействует некоторый дополнительный градиент температур, ускоряющий конвекцию и приводящий к изменению скорости ионного газа, то электронный газ начнет «отставать» от ионного газа, и, таким образом, возникнет магнитное поле.

Структура этого магнитного поля естественным образом будет соответствовать конфигурации конвективного движения, то есть, в нашем случае возникнут тороидальные поля, симметрично расположенные относительно экватора (в двух экваториальных ячейках) и имеющие противоположные направления по азимуту.

Вместе с тем, нарушение равномерной конвекции приведет к отклонению в «работе» тахоклина, что придаст движению ионов некоторую результирующую азимутальную составляющую скорости. Поэтому общее магнитное поле приобретет в дополнение к тороидальной составляющей еще и дипольную составляющую.

И даже после прекращения возмущающего воздействия на конвекцию и восстановления первоначальной скорости ионов, магнитное поле не исчезнет, так как электронный газ за время воздействия, хоть и не сразу, но тоже приобретет дополнительную скорость. Картина возникающих электрических токов и магнитных полей, учитывая вышесказанное, схематически изображена на рис. 9.

Таким образом, спиральная форма электрических токов в области экваториальных конвективных ячеек создает общее дипольное магнитное поле и одновременно тороидальные поля разных направлений. Поэтому группы темных пятен, находящиеся с разных сторон от экватора имеют противоположные полярности магнитных полей, как это показано на рис. 9 (справа).

В то же время пятна, образующиеся в относительно больших широтах, как правило, являются одиночными и имеют противоположные полярности в северном и южном полушариях. Как уже отмечалось выше, эти одиночные пятна напоминают «перевернутые» земные циклоны (с нижней стороны от фотосферы) и существуют относительно долго.

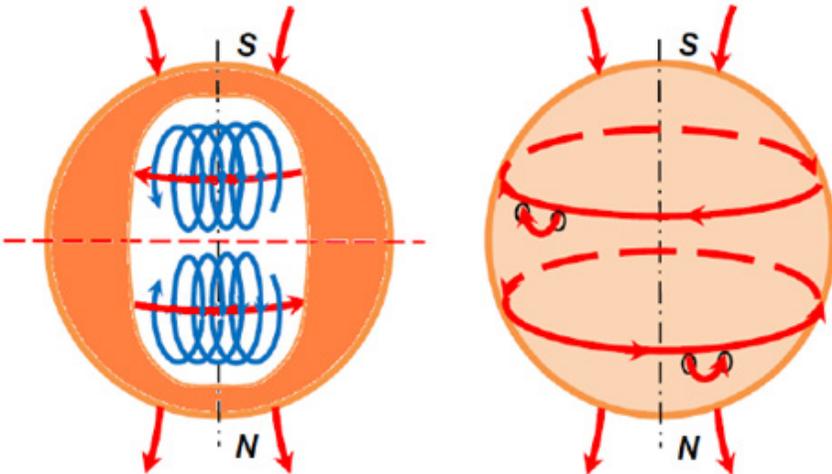


Рис. 9. Спиралеобразные токи в экваториальных конвективных ячейках создают тороидальные магнитные поля с противоположной полярностью в северном и южном полушариях, а также общее дипольное поле Солнца.

Во время каждого максимума солнечной активности (каждые ~11 лет) происходит изменение направления магнитных полей на противоположное, вследствие чего период изменения полей оказывается удвоенным (~22 года). Такое «странное» поведение магнитных полей Солнца является типичным примером зависимости развития процесса от его предыстории. Ключевым механизмом в данном случае является влияние силы Лоренца на движущиеся заряды, которая «закручивает» их траектории в зависимости от действующего направления магнитного поля.

Как работает этот механизм?

При увеличении солнечной активности происходит увеличение скорости конвективного движения, что создает движение ионов относительно магнитного поля. Соответственно возникает сила Лоренца, закручивающая траектории ионов вокруг силовых линий поля, и которая, таким образом, приводит в итоге к уменьшению результирующего магнитного поля. Далее, из-за уменьшения потока тороидального магнитного поля B , в поперечном сечении возникает циркуляция электрического поля E

$$rotE = -\frac{dB}{dt}, \quad \oint E dl = -\frac{d}{dt} \left(\int B ds \right),$$

переориентирующая потоки электронов, которые в результате начинают двигаться по тем же траекториям, но в противоположном направлении. Следовательно, картина токов и полей зеркально изменяется (рис. 10).

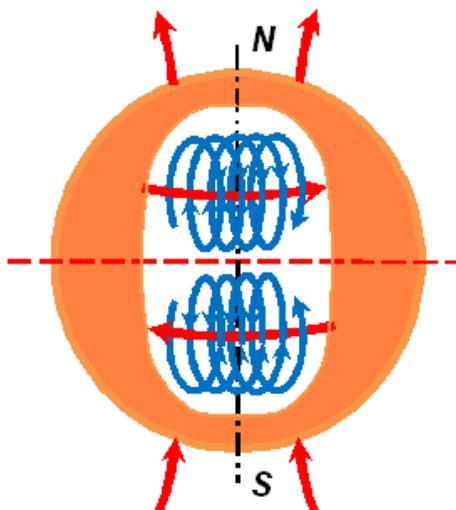


Рис. 10. Изменение направления магнитных полей Солнца вызвано переориентацией токов в экваториальных конвективных ячейках.

В действительности процесс переориентации токов и магнитных полей Солнца происходит несколько сложнее, чем в приведенной схеме. После прохождения максимума солнечной активности, очевидно, происходит некоторая коррекция токов и полей. Однако эта коррекция не критична, поскольку спад солнечной активности происходит намного медленнее, чем подъем (в среднем в полтора раза).

Кроме того, как уже упоминалось выше, солнечная активность в северном и южном полушариях обычно имеет разную интенсивность и заметный «сдвиг по фазе». По этой причине нередко наблюдается «двугорбая» кривая солнечной активности с разной высотой максимумов.

Таким образом, процесс изменения полярности магнитных полей Солнца, как правило, происходит последовательно – сначала в одном полушарии, а потом в другом полушарии. Соответственно в течение полутора - двух лет во время максимальной солнечной активности можно наблюдать сложную картину магнитных полей: общее поле напоминает квадрупольное, а тороидальные поля при этом имеют одинаковое направление (рис. 11).

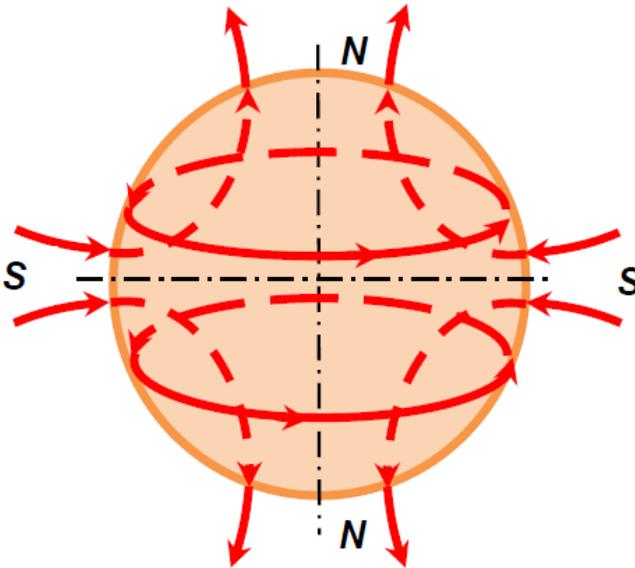


Рис. 11. Из-за несинхронности изменения направления магнитных полей в северном и южном полушариях, на максимуме солнечной активности общее магнитное поле напоминает квадрупольное, а тороидальные поля имеют одинаковое направление.

В завершение этого раздела еще раз акцентируем внимание на том, что скорости конвективного движения плазмы (как и скорость вращательного движения Солнца) в районе экваториальных ячеек на несколько порядков превосходят относительные скорости ионов и электронов плазмы, порождающие дипольное и тороидальные магнитные поля. Поэтому в среднем магнитное поле не только вращается вместе с Солнцем, но и одновременно движется вместе с течением плазмы в пределах конвективных ячеек.

В то же время дипольное поле ориентировочно на два порядка меньше, чем тороидальные поля. В основном это связано с тем, что шаг спирального тока существенно меньше поперечных размеров спирали. Это говорит о слабом результирующем эффекте разнонаправленного воздействия тахоклина на азимутальную скорость плазмы в конвективных ячейках Солнца.

4. Из чего сделано солнечное «одеяло»?

Как уже было сказано выше, вещество, из которого состоит тепловой экран Солнца (одновременно его можно рассматривать как «поверхность» Солнца или солнечное «одеяло») напоминает вещество шаровой молнии.

Природа этого явления в самом общем виде была рассмотрена в работе [5] еще в 2006 году. Из проведенного тогда анализа следовал вывод о том, что особое состояние вещества в шаровой молнии можно сравнить с жидкостью, в которой наблюдается так называемый ближний порядок в расположении атомов. Однако механизм установления этого ближнего порядка в данном случае совершенно иной, чем в обычных жидкостях.

Выражаясь «научно» можно сказать, что шаровая молния является макроскопическим квантовым эффектом – сверхтекучестью возбужденных состояний атомов газов, составляющих атмосферу. Поэтому, например, шаровая молния может двигаться против ветра. А во многих случаях она, действительно, ведет себя как жидкость.

С другой стороны, такое состояние газа можно рассматривать как его «смесь» с излучением (с фотонами). Устойчивость такой смеси основана на интенсивном взаимодействии атомов и энергии излучения. Электромагнитные волны, каковым является излучение, осуществляют упорядочение расположения атомов, а упорядоченное расположение атомов в свою очередь составляет неизлучающую систему, которая удерживает излучение внутри этого особого состояния вещества (рис. 12).

Естественно, что такая неизлучающая система, в силу конечности размеров самих областей ближнего порядка, а также из-за различного рода нарушений в упорядоченной структуре, все-таки теряет энергию. По этой причине шаровая молния имеет ограниченное время жизни и либо тихо гаснет, либо взрывается в результате одномоментной потери устойчивости структуры и выброса всей удерживаемой энергии. В условиях фотосферы Солнца аналогичное состояние вещества в виде квантовой жидкости (сокращенно – КЖ) постоянно поддерживается излучением, приходящим из глубин самого Солнца.

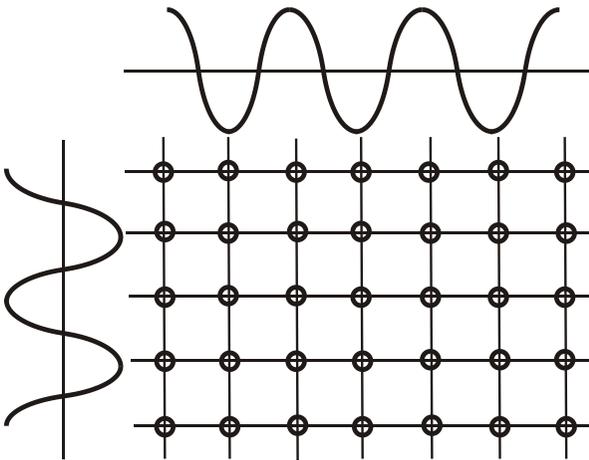


Рис. 12. Электромагнитные волны осуществляют упорядочение расположения атомов, а упорядоченное расположение атомов, в свою очередь, удерживает излучение внутри этого особого состояния вещества.

В нижней части фотосферы, где плотность больше, и расстояния между атомами соответственно меньше, в образовании КЖ задействованы фотоны с меньшей длиной волны, то есть, имеющие большую энергию. В результате, упорядоченные структуры КЖ в нижней части фотосферы оказываются более прочными, а гранулы имеют самые большие размеры (так называемые «супергрануль»).

Приведем оценочный расчет для самой нижней наиболее плотной части фотосферы, в которой происходит взаимодействие атомов водорода с наиболее коротковолновым излучением, соответствующим потенциалу ионизации водорода.

Длина волны кванта излучения, имеющего энергию, достаточную для ионизации водорода, определяется из формулы для энергии кванта:

$$h\nu = \varphi_i e, \quad \nu = \frac{c}{\lambda}, \quad \lambda = \frac{hc}{\varphi_i e}.$$

Здесь φ_i – потенциал ионизации водорода; λ , ν – длина волны и частота кванта; h – постоянная Планка; c – скорость света, e – заряд электрона. После подстановки конкретных величин, получаем длину волны фотона $\lambda = 0,94 \cdot 10^7$ м (или 94 нм), соответствующую потенциалу ионизации водорода (13,6 эВ).

Если исходить из упрощенной схемы трехмерного ближнего порядка расположения атомов, подобной рис. 12 (каждый атом находится в пучности электромагнитной волны), то ориентировочная концентрация атомов может быть получена из формулы:

$$n = \left(\frac{2}{\lambda}\right)^3 \approx 10^{22} \text{ м}^{-3},$$

что ориентировочно соответствует имеющимся фактическим данным о концентрации атомов водорода в фотосфере.

Чем ближе к внешней стороне фотосферы, тем плотность меньше, а расстояния между атомами больше. Поэтому здесь в упорядочении структур квантовой жидкости участвуют более длинноволновые фотоны с меньшей энергией, вследствие чего связи внутри КЖ становятся слабее, а гранулы делаются все мельче.

Таким образом, в образовании относительно тонкого слоя фотосферы (~ 300-500 км) оказывается задействованным почти весь спектр излучения Солнца за исключением рентгеновского излучения (энергия квантов которого превышает энергию ионизации водорода).

«Принудительное» удержание атомов водорода в определенном энергетическом состоянии, происходящее в КЖ, является тем механизмом, который обеспечивает рассеяние и отражение большей части приходящего из глубин Солнца излучения (роль теплового экрана). А с другой стороны, этот же механизм предотвращает ступенчатое возбуждение и ионизацию атомов водорода, в результате чего фотоны фактически «заполняют» объем фотосферы, подобно тому, как происходит взаимодействие с «абсолютно черным телом».

Это хорошо видно из спектра излучения Солнца (рис. 13). Почти весь спектр совпадает с излучением абсолютно черного тела, роль которого берет на себя фотосфера, и только наиболее

коротковолновая часть ($\lambda \leq 94$ нм) присутствует как бы обособленно, не подчиняясь общей закономерности.

Итак, акцентируем еще раз внимание на том, что фотосфера, как и квантовая жидкость, из которой она состоит, в силу самой природы этого состояния вещества, имеет ряд специфических свойств:

- КЖ обладает поверхностным натяжением, вследствие чего в фотосфере образуются так называемые гранулы (рис. 14);
- Из-за наличия ближнего порядка, КЖ имеет повышенную вязкость в сравнении с газом той же плотности;
- КЖ не проводит электрический ток, то есть, является электрическим изолятором;
- КЖ ведет себя как немагнитный материал.
- Фотосфера обладает свойствами абсолютно черного тела.

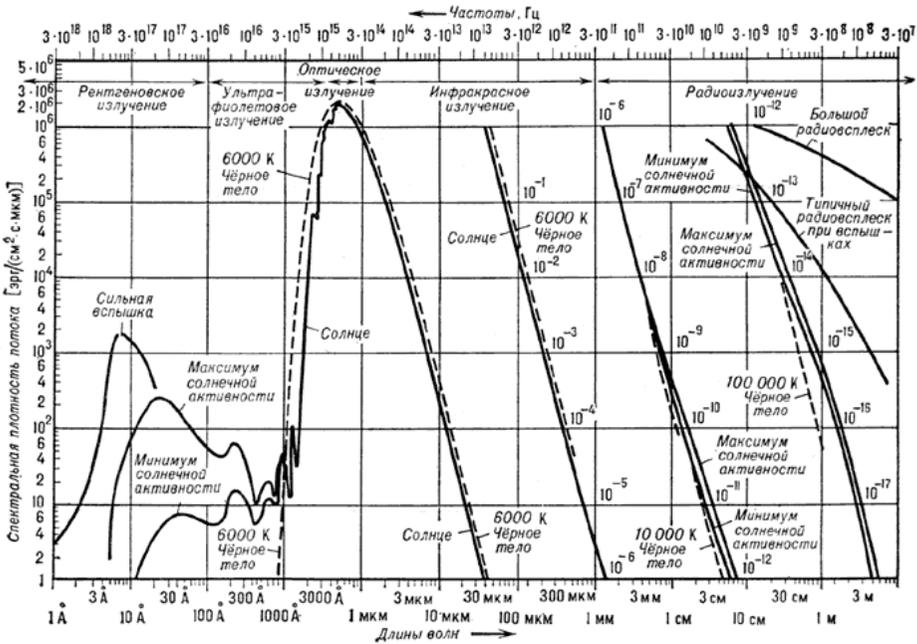


Рис. 13. Спектр излучения Солнца. Штриховые линии – распределение энергии в спектре абсолютно черного тела с температурой 6000К.

Все эти свойства непосредственно проявляются в многочисленных эффектах, наблюдаемых на Солнце, и которые было бы затруднительно объяснить какими-либо другими физическими механизмами.

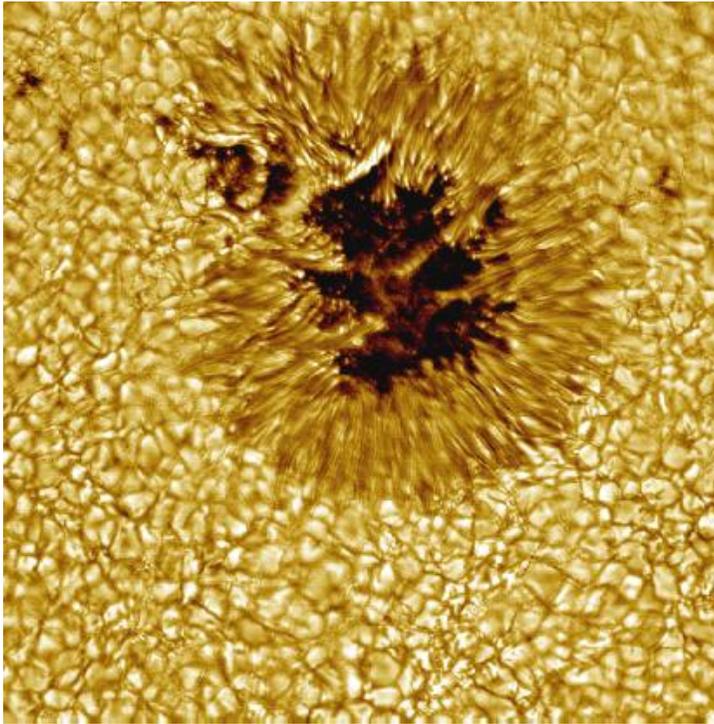


Рис. 14. Темное пятно на фоне гранулированной поверхности фотосферы.

В частности, свидетельством особых свойств «вещества» фотосферы является отсутствие какого-либо взаимодействия с магнитными полями и электрическими токами. Это особенно заметно при проникновении за пределы фотосферы «жгутов» магнитных силовых линий и плазмы (рис. 15).

А вот еще одно из таких наиболее ярких проявлений. Квантовая жидкость внутри гранул совершает конвективное движение – в центре происходит движение вверх, а по бокам вдоль границ гранул наблюдается обратное движение – сверху вниз.

Однако спикеры, состоящие из плазмы, «прорываются» вверх как раз по границам между гранулами, где поток конвективного движения идет вниз. Понять это «странное» явление можно только на основе того факта, что гранулы фотосферы являются обособленными областями, состоящими из КЖ с сильным поверхностным натяжением. По этой причине плазма спикер не смешивается с веществом гранул, а, наоборот, с огромной скоростью «протискивается» между гранулами, врываясь в хромосферу со

скоростью порядка 20 км/с, и далее устремляется в высоту на 5 - 20 тыс. км.

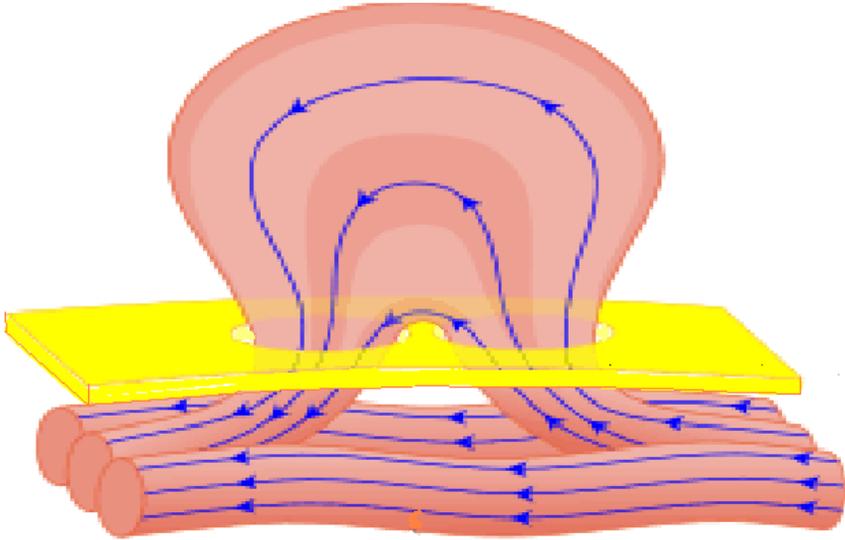


Рис. 15. Проникновение «жгута» магнитного поля и плазмы сквозь фотосферу.

Такие колонны плазмы диаметром 500 - 1200 км живут в среднем 5 -10 минут, что по времени оказывается сопоставимым с периодом постоянно происходящих волнообразных колебаний всей поверхности Солнца.

Этот факт вполне закономерно порождает предположение о вероятной взаимосвязи между этими явлениями. Действительно, спикулы, «протискиваясь» между гранулами, поддерживают колебания поверхности Солнца, а колебания, в свою очередь, «помогают» плазме проникать между гранулами. В результате возникает положительная обратная связь в автоколебательном процессе.

В этой связи напомним, что на поверхности Солнца одновременно существуют около миллиона спикул, которые занимают порядка 1% ее поверхности, но, что особенно важно, большинство из них располагается вдоль границ супергранул и образует так называемую хромосферную сетку, покрывающую всю поверхность Солнца.

5. Заключение

Итак, именно солнечное «одеяло» является тем ключевым элементом физики Солнца, который дает возможность логически

связать между собой всю совокупность явлений и фактов, кажущихся на первый взгляд столь противоречивыми и даже парадоксальными.

Особое состояние вещества, образующее «одеяло», – сверхтекучесть энергетических состояний, существующее в гранулах фотосферы, придает этой части структуры Солнца ряд замечательных свойств:

- Особое состояние водорода в фотосфере фактически является «смесью» водорода с излучением (с фотонами). Устойчивость такой смеси основана на взаимном удержании атомов и энергии излучения. Электромагнитные волны, каковым является излучение, осуществляют упорядочение расположения атомов, а упорядоченное расположение атомов, в свою очередь, образует неизлучающую систему, которая удерживает излучение внутри структурированного вещества.

- В условиях фотосферы Солнца это состояние вещества в виде квантовой жидкости (КЖ) постоянно поддерживается излучением, приходящим из глубин самого Солнца.

- КЖ обладает поверхностным натяжением, вследствие чего в фотосфере образуются гранулы;

- Из-за наличия ближнего порядка, КЖ имеет повышенную вязкость в сравнении с газом той же плотности;

- «Принудительное» удержание атомов водорода в определенном энергетическом состоянии, происходящее в КЖ, является тем физическим механизмом, который обеспечивает рассеяние и отражение большей части приходящего из глубин Солнца излучения, чем и обеспечивается роль фотосферы как теплового экрана.

- Этот же механизм предотвращает ступенчатое возбуждение и ионизацию атомов водорода, в результате чего фотоны фактически «заполняют» объем фотосферы, подобно тому, как это происходит с «абсолютно черным телом».

- КЖ не проводит электрический ток, то есть, является электрическим изолятором;

- КЖ ведет себя как немагнитный материал.

Благодаря этим свойствам фотосфера играет роль «поверхности» Солнца и теплового экрана («одеяла»). Процессы, происходящие над и под фотосферой, разительно отличаются друг от друга.

Под фотосферой располагаются конвективные ячейки (две – полярные и две экваториальные), а над ней простирается хромосфера со спикулами, переходящая в солнечную корону. Важно, что колебания температуры и скорости конвективного движения плазмы захватывают в основном лишь внешние слои конвективных ячеек, которые слабо перемешиваются с сердцевинными областями, имеющими некоторые усредненные характеристики.

С этим связаны периодические «закипания» плазмы вдоль экватора и особенности дифференциального вращения Солнца. В качестве теплового экрана фотосфера обеспечивает стабильность температуры Солнца, «реагируя» на перегрев плазмы.

При максимуме солнечной активности перегретая «закипающая» плазма увеличивает количество различного рода дефектов - трещин и разрывов в «одеяле». В результате плазма в зоне конвекции охлаждается и наступает период относительно спокойного Солнца. В этой спокойной фазе солнечной активности дефекты «одеяла» затягиваются, и плазма в конвективной зоне постепенно снова нагревается. В среднем через 11 лет плазма опять перегревается, и наступает фаза повышенной активности Солнца. Потом весь процесс повторяется сначала.

Результатом циклического процесса нагрева-охлаждения является периодическое увеличение скорости конвекции плазмы и связанное с этим изменение полярности магнитного поля. Здесь мы имеем дело с типичным примером зависимости развития процесса от его предыстории.

Ключевым механизмом в данном случае является влияние силы Лоренца на движущиеся заряды, которая «закручивает» их траектории в зависимости от действующего в это время направления магнитного поля. При увеличении солнечной активности скорость конвективного движения возрастает, что порождает движение ионов относительно магнитного поля. Соответственно возникает сила Лоренца, закручивающая траектории ионов вокруг силовых линий магнитного поля, а это всегда приводит в итоге к уменьшению результирующего поля.

Далее, из-за уменьшения потока тороидального магнитного поля, в поперечном сечении возникает циркуляция электрического поля, переориентирующая потоки электронов, которые в результате начинают двигаться по тем же траекториям, но в противоположном направлении. Таким образом, картина токов и полей зеркально изменяется.

Солнечная активность в северном полушарии и в южном полушарии обычно имеет разную интенсивность, что приводит к заметному «сдвигу» активности полушарий по времени. Вследствие этого процесс изменения полярности общих магнитных полей Солнца, как правило, происходит последовательно – сначала в одном полушарии, а потом в другом полушарии. Соответственно в течение полугода - двух лет во время максимальной солнечной активности можно наблюдать сложную картину магнитных полей: общее поле напоминает квадрупольное, а тороидальные поля при этом имеют одинаковое направление.

При анализе магнитного поля Солнца были учтены базовые свойства взаимодействия поля и плазмы:

- Относительное движение электронов и ионов плазмы создает магнитное поле. Но так как скорость этого относительного движения очень мала, то магнитное поле не только вращается вместе с Солнцем, но и «дрейфует» вместе с конвективным движением плазмы.

- Газ электронов и газ ионов, находясь в относительном движении, «пронизывают» друг друга практически без «трения». Поэтому процесс естественного затухания магнитного поля оказывается очень длительным и в масштабах Солнца может занимать многие десятилетия.

Анализ свойств гранулированного состояния вещества в фотосфере позволил сделать вывод о возможной взаимосвязи между волнообразными колебаниями поверхности Солнца и свойствами спикул. Спикеры, «протискиваясь» между гранулами, поддерживают колебания поверхности Солнца, а колебания, в свою очередь, «помогают» плазме проникать между гранулами. В результате формируется положительная обратная связь в автоколебательном процессе.

Косвенным подтверждением такой взаимосвязи является то, что на поверхности Солнца одновременно существуют около миллиона спикер, которые занимают порядка 1% ее поверхности, но, что особенно важно, большинство из них располагается вдоль границ супергранул и образует так называемую хромосферную сетку, покрывающую всю поверхность Солнца.

В заключение еще раз подчеркнем главный вывод из проведенного анализа. Он заключается в том, что в физике Солнца существует ключевой элемент – своеобразное солнечное «одеяло», состоящее из квантовой жидкости. Роль этого ключевого элемента играет гранулированная область Солнца, называемая фотосферой.

Вывод о ключевой роли свойств фотосферы дает возможность не только систематизировать и объяснить имеющиеся данные наблюдений, но и, несомненно, может стать основой для дальнейших исследований.

Литература

1. Физические величины. Справочник. - М.: Энергоатомиздат, 1991.
2. Гибсон Э. Спокойное Солнце. Пер. с англ./Под ред. Э. В. Кононовича. - М.: Наука, 1977.
3. Верин О.Г. Физика атмосферных и океанических течений.
<http://files.library.by/files/1484596741.pdf>
4. Физическая энциклопедия. Солнце.
http://femto.com.ua/articles/part_2/3751.html
5. Верин О.Г. Энергия. Вещество и поле. М. Контур-М. 2006 г.

Эткин В.А.

Коррекция и обобщение принципов механики

Аннотация

Показана возможность и целесообразность обоснования основных понятий и принципов механики как следствий энергодинамики - общезначимой теории процессов переноса и преобразования любых форм энергии. Дано обобщение основных законов механики и доказательство ряда ее постулатов

Содержание

Введение.

1. Коррекция исходных понятий механики.
2. Принцип инерции (первый закон Ньютона) и его обобщение на вращательное движение
3. Принцип силы (второй закон Ньютона). Единый метод их нахождения
4. Принцип равенства действия и противодействия (третий закон Ньютона) и его расширенная трактовка
5. Теоретический вывод закона всемирного тяготения
6. Обоснование принципа наименьшего действия

Введение

Механика первой из естественных наук достигла зрелости и явилась теоретической основой технической цивилизации. Предмет ее исследования – движение макроскопических тел – издавна представлялся для исследователей наиболее наглядным. Именно с изложения механики начинаются курсы современной теоретической физики, а её понятийная и концептуальная система до сих пор служит базой для большинства естественнонаучных дисциплин.

Эти достоинства механики породили и известный механицизм – стремление «свести все явления природы к притягивательным и отталкивательным силам, величина которых зависит от их

расстояния» (Г. Гельмгольц, 1847). Однако построение чисто механической картины мира оказалось невозможным. Более того, спустя 100 лет после квантово-релятивистской революции именно механика вызывает наибольшее число вопросов и ожесточенных дискуссий. В этих условиях представляет интерес рассмотрение механики как равноправного партнера среди других научных дисциплин, рассматривающих немеханические формы движения. При этом основное внимание будет уделено получению основных принципов механики дедуктивным путем как частного случая единой теории реальных процессов, названной для краткости энергодинамикой [1].

Особенностью энергодинамики является то, что она рассматривает в качестве объекта исследования пространственно неоднородные (внутренне неравновесные) системы в целом. Это не только гарантирует выполнение законов сохранения массы, заряда, импульса и его момента, сформулированных применительно к изолированным системам, но и позволяет обнаружить протекание в неоднородных системах специфического класса процессов перераспределения в них упомянутых выше носителей энергии Θ_i . Такие процессы описываются в энергодинамике изменениями *моментов распределения* i -х энергоносителей $\mathbf{Z}_i = \Theta_i \Delta \mathbf{r}_i$, где \mathbf{r}_i – радиус-вектор центра величины Θ_i . Введение вместо функций распределения интенсивных свойств системы (полей плотности ρ_i параметров Θ_i) новых координат состояния \mathbf{Z}_i , характеризующих отклонение системы в целом от внутреннего равновесия, позволяет распространить термодинамический метод исследования на пространственно неоднородные системы с протекающими в них внутренними процессами переноса и преобразования каких-либо форм энергии.

Такой подход позволяет избежать трудностей, которые возникают при изучении объектов, включающих всю совокупность взаимодействующих материальных точек. Их описание с позиции классической механики требует задания огромного (а в случае континуума – бесконечного) числа распределенных параметров. Это вынуждает делить систему на множество элементарных подсистем, предполагаемых однородными, и рассматривать их поведение в надежде, что свойства всей их совокупности можно найти с помощью подходящих интегралов. Между тем далеко не все свойства систем аддитивны, т.е. допускают суммирование. Таковы вообще все так называемые «системообразующие» свойства, присущие системе в

целом, но отсутствующие у каждого ее элемента в отдельности. Неаддитивны, например, силы гравитационного притяжения, которые пропорциональны, как известно, произведению взаимодействующих масс, но не их сумме. Другим неаддитивным свойством является наличие в неоднородных системах релаксационных процессов, приводящих к выравниванию в них скоростей, плотностей и т. д., в то время как в локально однородных элементах системы они отсутствуют. Еще очевиднее неаддитивность свойств, которые обусловлены структурой системы, т.е. относительным положением и ориентацией отдельных элементов системы. Это обстоятельство является, по-видимому, главной причиной, по которой физические явления перестают подчиняться законам, которые можно выразить с помощью дифференциальных уравнений. Именно с этим связано, по мнению А. Пуанкаре, «самое большое и самое глубокое потрясение, которое испытала физика со времени Ньютона» [2].

Выходом из положения является рассмотрение системы по принципу «от целого к части» при сохранении всех присущих ей «системообразующих» связей.

1. Коррекция исходных понятий механики

Изложение механики обычно начинается с кинематики, которая рассматривает движение тел в пространстве и времени независимо от физических причин этого движения. При этом понятия траектории, координаты точки на ней, ее скорости и ускорения допускается «а priori», до выяснения причин возникновения движения и его законов. Лишь затем переходят к изучению динамики, вводя понятия материальной точки, ее массы и импульса. На первый взгляд такое построение механики кажется вполне естественным. Однако, как заметил Л. Бройль [3], в основе такого подхода лежит предположение о том, что результаты абстрактного кинематического рассмотрения можно без дополнительного анализа применять к реальному движению более сложных физических объектов.

Обратный путь предлагает энергодинамика, математический аппарат которой ориентирован на общий случай произвольного (хотя и конечного) числа протекающих в системе процессов переноса и преобразования энергии [1]. Коррективы, вносимые энергодинамикой при рассмотрении механики как ее следствия, начинаются с объекта исследования. В кинематике им является абстрактная точка, не обладающая ни массой, ни важнейшим

свойством любого материального объекта – его протяженностью. При этом состояние объекта исследования, процесс его перемещения, ускорения и т.п. описываются производными различного порядка от единственной координаты – радиус-вектора этой точки \mathbf{r} . Между тем с позиций энергодинамики число независимых координат, необходимых и достаточных для описания состояния какой-либо системы, равно количеству независимых процессов, протекающих в ней. С этой точки зрения независимыми процессами являются не только поступательное движение центра масс и вращение тела вокруг мгновенного центра инерции, но и их равномерное или ускоренное движение. Это означает, что число координат, характеризующих состояние такой системы в целом, равно четырем. К тому же переменные, претендующие на роль координат этих процессов, должны быть величинами экстенсивными, как и энергия системы, которую они определяют. Все они могут быть найдены как частные дифференциалы или производные от *моментов распределения* массы системы $\mathbf{Z}_m = M\Delta\mathbf{r}_m$, где $\Delta\mathbf{r}_m$ – отклонение радиус-вектора центра массы системы M от его положения при однородном ее распределении. В частности, состояние движения системы характеризуется производной от \mathbf{Z}_m по времени t , называемой импульсом системы:

$$\mathbf{P} \equiv d\mathbf{Z}_m/dt = M\mathbf{v}, \quad (1.1)$$

где $\mathbf{v} = d\mathbf{r}_m/dt$ – скорость перемещения центра масс тела (системы тел).

Как известно, скорость любой точки твердого тела можно разложить на две составляющие: скорость движения центра массы системы \mathbf{v}_0 и скорость вращения тела как целого $\boldsymbol{\omega} \times \mathbf{r}_0$, где \mathbf{r}_0 – мгновенный радиус вращения точки тела [4]. В соответствии с этим и импульс системы как целого можно разложить на две составляющие: импульс поступательного движения тела

$$\mathbf{P}_0 \equiv M\mathbf{v}_0 = M d\mathbf{r}_0/dt, \quad (1.2)$$

и импульс вращательного движения:

$$\mathbf{P}_\omega \equiv \boldsymbol{\omega} \times M\mathbf{r}_0. \quad (1.3)$$

где $d\mathbf{r}_0 = \mathbf{e} dr_0/dt$ – вектор смещения; \mathbf{e} – единичный вектор в направлении скорости \mathbf{v}_0 ; $r = |\mathbf{r}|$. Вместо последнего выражения в качестве координаты вращательного движения обычно используется момент импульса системы $\mathbf{L} = I\boldsymbol{\omega}$, в котором I – момент инерции тела). Координатам \mathbf{P} и \mathbf{L} соответствуют две независимые составляющие кинетической энергии системы – соответственно энергия ее поступательного $E^k = Mv^2/2$ и вращательного $E^\omega = I\omega^2/2$ движения. Если движение – это изменение состояния покоя (т.е. процесс, протекающий в пространстве переменных \mathbf{r}_i), то ускорение

– это изменение состояния движения (т.е. процесс, протекающий в пространстве скоростей \mathbf{v}_i). Тогда изменение во времени $d\mathbf{P}/dt$ и $d\mathbf{L}/dt$ координат \mathbf{P} и \mathbf{L} характеризует уже два других независимых процесса – ускорения поступательного и вращательного движения, т.е. процессы изменения *состояния движения*.

Такое описание движущегося континуума в рамках энергодинамики является необходимым и достаточным для характеристики энергетического состояния системы в целом. Любое отклонение от этого правила приводит к ошибкам методологического характера – *переопределению* или *недоопределению* системы. Наглядным примером такого переопределения является введение в начале XX столетия Эли Картаном понятия «ориентируемой точки» - наделению ее способностью вращаться при движении по некоторой траектории. В результате состояние точки требует задания уже 6 независимых координат (трех поступательных и трех вращательных). Между тем движущаяся материальная точка, не обладающая протяженностью, располагает только кинетической энергией поступательного движения, так что ее вымышленные вращательные координаты не характеризуют никакого реального процесса. Еще дальше идет в этом направлении теория физического вакуума [5], наделяя материальную точку еще тремя координатами вращения в некотором «пространстве–времени». В результате пространство переменных становится уже 10-мерным (с учетом координаты времени). В результате построенная на таком фундаменте теория наделяет пространство свойствами, которых нет в действительности.

Наряду с этим можно указать примеры «недоопределения» механических систем. Так происходит, например, когда материальное тело описывают, не учитывая распределения ее плотности в пространстве, занятом им. Тогда тела с различной ориентацией момента распределения массы \mathbf{Z}_m становятся неразличимыми, и из рассмотрения исключается целый класс реальных процессов *переориентации*. В результате игнорируется то обстоятельство, что тела с различной ориентацией в пространстве в механическом отношении не эквивалентны [4].

Энергодинамика вносит коррективы и в такие основополагающие понятия механики, как масса, скорость и ускорение. Коснемся прежде всего понятия массы M как меры инерционных свойств тела. Исторически такое её понимание M было обусловлено недостаточно общим способом введения понятия силы $\mathbf{F} = M\mathbf{a}$, при котором понятие силы прямо связывалось с понятием

ускорения тела \mathbf{a} , а масса M фигурировала в качестве коэффициента пропорциональности. Отсюда следовало, что при действии на тело одной и той же силы \mathbf{F} его ускорение \mathbf{a} будет тем меньшим, чем больше масса тела M . Тем самым масса M приобрела смысл меры инерционности тела, что не соответствовало её ньютоновскому определению как «меры количества материи, устанавливаемой пропорционально плотности и объему ее» [6]. В дальнейшем такое искаженное понимание массы закрепилось в понятиях «инерционной», «гравитационной», «электромагнитной» массы, «массы покоя» и т.п.

Иначе обстоит дело в энергодинамике, где понятие массы вводится задолго до рассмотрения процесса ускорения, т.е. вне связи с инерцией. При этом масса сохраняет ньютоновский смысл меры количества вещества, заключенного в системе, т.е. меры экстенсивных свойств любых энергоносителей Θ_i и энергии системы \mathcal{E} . Такое её понимание закрепляется в дальнейшем при введении параметра состояния, изменяющегося в процессах обмена веществом с окружающей средой, т.е. координаты массообмена.

Окончательное отличие массы от меры инерционных свойств системы устанавливается при формулировании в энергодинамике [1] и в термодинамике необратимых процессов [7] законов переноса. При действии на систему единственной силы \mathbf{F}_i эти законы принимают вид:

$$\mathbf{F}_i = \bar{R}_i \mathbf{J}_i, \quad (1.4)$$

где \mathbf{J}_i - обобщенная скорость процесса переноса, именуемая в ТНП «поток»; \bar{R}_i - коэффициент пропорциональности, характеризующий сопротивление системы изменению её состояния, т.е. её «инерционность» по отношению к силам i -й природы \mathbf{F}_i . Применительно к процессу ускорения его обобщенная скорость \mathbf{J}_i выражается по Ньютону [6] производной по времени от импульса системы $d\mathbf{P}/dt = M\mathbf{a}$. Подставляя это выражение в уравнение (1.4), находим:

$$\mathbf{F}_i = \bar{R}_i d\mathbf{P}/dt, \quad (1.5)$$

Как видим, коэффициент \bar{R}_i появляется как функция процесса ускорения, характеризующая меру инерционных свойств системы, и не имеет ничего общего с массой системы M как функцией её состояния и мерой количества вещества в ней. Особенно очевидным становится последнее при сопоставлении (1.5) с законом Ома в электротехнике, где \mathbf{F}_i – электродвижущая сила; \mathbf{J}_i – сила тока, а коэффициент сопротивления току \bar{R}_i вообще не зависит от массы

проводника. Кстати, и во 2-м законе Ньютона, где коэффициент \bar{R}_i принят равным единице, он также не зависит от массы. Это означает, что понятия массы как меры инерции и как меры количества вещества явно различимы, и их отождествление недопустимо. На этом основании мы будем называть \bar{R}_i «коэффициентом инерции» или более кратко *инерционностью*.

Перейдем теперь к понятию ускорения. В кинематике точки под ускорением понимается полная производная от ее скорости по времени $\mathbf{a} \equiv d\mathbf{v}/dt$. Эта производная включает в себя две составляющие: изменение скорости частицы $\mathbf{v} = \mathbf{v}(\mathbf{r}, t)$ без изменения ее направления $\mathbf{a} \equiv \mathbf{e}(dv/dt)$ и изменение направления движения частицы $v d\mathbf{e}/dt$ без изменения абсолютной величины ее скорости v . В результате в кинематике *всякое криволинейное движение точки оказывается движением с ускорением*. Между тем эти два процесса вызывают качественно различные изменения состояния движения материальных тел: первый вызывает изменение их кинетической энергии, второй – нет. Поэтому с позиций энергодинамики эти два процесса должны рассматриваться как *независимые*. Действительно, в динамике, объединяющей поступательное и вращательное движение твердого тела «по инерции» как движение в отсутствие внешних сил, определяющим фактором, позволяющим различать эти два вида движения, является постоянство в них кинетической энергии поступательного $E_w = Mv^2/2$ и вращательного движения $E_\omega = I\omega^2/2$. Иными словами, следует различать процесс поступательного ускорения материальной точки, координатой которого является производная от поступательного импульса $\mathbf{P}_0 \equiv M\mathbf{v}_0$ по времени $M\mathbf{a} = d\mathbf{P}_0/dt = M\mathbf{e}(dv/dt)$, и процесс вращательного ускорения, выражающийся, в изменении момента вращательного движения $d\mathbf{L}/dt$, т.е. вектора угловой скорости $d\boldsymbol{\omega}/dt$. Тогда становится очевидным, что вращение тела с постоянной угловой скоростью не является ускоренным, несмотря на непостоянство в нем вектора скорости \mathbf{v} . Сказанное имеет непосредственное отношение к постулату Бора о безизлучательном характере равномерного движения электрона по круговой орбите, когда его кинетическая энергия остается неизменной. Таким образом, с позиций энергодинамики понятие «центростремительного ускорения» не соответствует существу дела и должно быть исключено.

Характерно, что установленная в рамках энергодинамики необходимость выделения в системе независимых процессов

вступает в противоречие с существующей тенденцией объединять различные формы движения в один математический объект типа тензора энергии–импульса с различной размерностью и смыслом его компонентов. Это относится, в частности, и к понятию ускорения в кинематике, которое объединяет в себе два совершенно различных процесса: изменения модуля скорости и его направления. Действительно, рассмотрим с формально-математической точки зрения развернутое выражение ускорения $\mathbf{a} = \mathbf{a}(\mathbf{r}, t)$ как функции радиус-вектора центра массы тела \mathbf{r}_m и времени t :

$$\mathbf{a} \equiv d\mathbf{v}/dt = \mathbf{e}(\partial\mathbf{v}/\partial t)_{\mathbf{R}} + \mathbf{e}(\partial\mathbf{v}/\partial\mathbf{r})d\mathbf{r}/dt. \quad (1.6)$$

Поскольку ускорение тела или частицы без изменения их положения в пространстве невозможно, локальную составляющую ускорения $\mathbf{e}(\partial\mathbf{v}/\partial t)_{\mathbf{R}}$ в этом выражении следует отбросить как не имеющую физического смысла. В таком случае

$$\mathbf{a} = v\nabla v, \quad (1.7)$$

где $\nabla v \equiv (\partial\mathbf{v}/\partial\mathbf{r})$ – градиент поля скоростей.

Данное уточнение имеет немаловажное значение, подчеркивая неразрывную связь процесса ускорения с деформацией поля скоростей в системе как целом и единство энергодинамического описания любых процессов. Действительно, если учесть, что отрицательный градиент скорости имеет размерность и смысл термодинамической силы процесса ускорения $\mathbf{X}_w \equiv -\nabla v$, а обобщенная скорость этого процесса $\mathbf{J}_m = d\mathbf{P}_0/dt$ – смысл потока, то выражение $\mathbf{F} = M\mathbf{a}$ предстанет как частный случай линейных кинетических уравнений термодинамики необратимых процессов (ГНП) [7], в которых коэффициент инерции \bar{R}_i принят постоянным и опущен.

2. Принцип инерции (первый закон Ньютона) и его обобщение на вращательное движение

Первый закон И. Ньютона является видоизмененной формулировкой принципа инерции, установленного впервые Галилеем: *“Всякое тело продолжает удерживаться в своем состоянии покоя или равномерного и прямолинейного движения, пока и поскольку оно не понуждается приложенными силами изменить это состояние”*.

Для математического обоснования этого принципа применим основное тождество энергодинамики:

$$d\mathcal{E} \equiv \sum_i \Psi_i d\Theta_i - \sum_i \mathbf{F}_i \cdot d\mathbf{R}_i - \sum_i \mathbf{M}_i \cdot d\boldsymbol{\varphi}_i, \quad (i=1,2,\dots,n) \quad (2.1)$$

где $\Psi_i \equiv (\partial\mathcal{E}/\partial\Theta_i)$ – обобщенные потенциалы типа абсолютной температуры T , абсолютного давления p , химического, электрического, гравитационного и т.п. потенциала; $d\mathbf{R}_i = \mathbf{e}d\mathbf{r}_i$ -

смещение центра величины Θ_i (массы, заряда, энтропии, импульса, его момента и т.п.) без изменения ориентации момента \mathbf{Z}_i ; $\mathbf{F}_i \equiv -(\partial\mathcal{E}/\partial\mathbf{R}_i)$ – силы в их обобщенном (энергодинамическом) представлении); $d\varphi_i$ – изменение угла ориентации момента \mathbf{Z}_i в пространстве; $\mathbf{M}_i \equiv -(\partial\mathcal{E}/\partial\varphi_i)$ – вращательные моменты, изменяющие ориентацию векторов \mathbf{Z}_i .

Применим это уравнение к произвольной внутренне равновесной механической системе, на которую не действуют какие-либо внешние силы \mathbf{F}_i или их моменты \mathbf{M}_i . В силу этого энергия системы остается неизменной ($d\mathcal{E} = 0$), и выражение (2.1) принимает вид:

$$\sum_i \Psi_i d\Theta_i = 0. \quad (2.2)$$

Для механической системы, не участвующей во вращательном движении, единственным параметром Θ_i , характеризующим состояние движения системы, являются компоненты импульса поступательного движения системы как целого \mathbf{P} . В таком случае $\Psi_i \equiv \mathbf{v}$, и из (2.2) непосредственно следует закон сохранения импульса системы:

$$\mathbf{P} = M\mathbf{v} = \text{const} . \quad (2.3)$$

Отсюда следует, что принцип относительности Галилея, согласно которому равномерное и прямолинейное движение замкнутой системы не влияет на ход протекающих в ней процессов, является всего лишь частным случаем «принципа самоненарушимости равновесия» (общего начала термодинамики). Действительно, с позиций термодинамики (и энергодинамики) состояние прямолинейно движущейся механической системы характеризуется единственной координатой – импульсом системы \mathbf{P} . Поэтому в ней в принципе возможен единственный процесс – ускорение системы как целого. Равномерное движение означает в этом случае отсутствие такого процесса, т.е. частичное равновесие системы. Естественно, что нарушить такое состояние можно лишь воздействием извне. Однако поскольку система замкнута, такие воздействия отсутствуют. Следовательно, такая система может двигаться только «по инерции» с сохранением величины и направления импульса \mathbf{P} .

Рассмотрим теперь те дополнительные следствия, которые вытекают при рассмотрении механики как частного случая энергодинамики. Это прежде всего закон сохранения момента количества ее движения (закон Эйлера), который непосредственно следует из (2.1), если система обладает единственной вращательной степенью свободы ($\sum_i \Psi_i d\Theta_i = 0$; $\sum_i \mathbf{F}_i \cdot d\mathbf{R}_i = 0$):

$$\mathbf{M}_i = I_i \boldsymbol{\omega}_i = \text{const} . \quad (2.4)$$

Оба этих закона – (2.3) и (2.4) – можно объединить в одном утверждении, сформулировав его следующим образом: «любое материальное тело сохраняет состояние своего движения или покоя, пока и поскольку оно не принуждается какими-либо силами изменить это состояние». Нетрудно видеть, что это утверждение обобщает 1-й закон Ньютона (закон инерции), распространяя его на вращающиеся системы и требуя признания легитимности понятия «вращения по инерции». Характерно, что при таком подходе закон инерции оказывается справедливым независимо от какой-либо теории физического вакуума или предположений относительно однородности и изотропности пространства и времени [4].

Таким образом, законы Ньютона (3.3) и Эйлера (3.4), относящиеся соответственно к поступательному и вращательному движению системы как целого, вытекают из энергодинамики как частные случаи. Однако теперь мы уже не можем утверждать, что «свободное» движение замкнутой системы «по инерции» всегда будет прямолинейным и равномерным – с той же степенью общности это можно сказать и по отношению к равномерно вращающимся телам.

Рассмотрим теперь более общий случай механической системы, не находящейся во внутреннем равновесии. В таких системах вследствие взаимодействия (относительного движения) её макроскопических частей (подсистем) возникают самопроизвольные процессы перераспределения массы, заряда, импульса и т.п. ($d\mathbf{x}_i/dt \neq 0$), вызывающие изменение их упорядоченной энергии ($dE/dt \neq 0$). Это становится особенно очевидным, если представить кинетическую энергию поступательного движения таких подсистем E_v^k в виде суммы кинетической энергии движения центра массы всей системы $\frac{1}{2} \sum_k M_k \mathbf{v}^2$ и кинетической энергии относительного движения частей системы $\frac{1}{2} \sum_k M_k \mathbf{w}_k^2$ (где $\mathbf{v}, \mathbf{w}_k = \mathbf{v}_k - \mathbf{v}$ – скорость центра масс системы и относительная скорость перемещения ее частей в системе центра масс). Эта кинетическая энергия относительного движения частей системы может уменьшаться вследствие действия сил вязкости. Аналогичным образом ведет себя кинетическая энергия вращательного движения частей системы $E_\omega^k = \frac{1}{2} \sum_k I_k \boldsymbol{\omega}_k^2$, которую также можно представить в виде суммы кинетической энергии вращения системы как целого $\frac{1}{2} \sum_k I_k \boldsymbol{\omega}^2$ и кинетической энергии относительного вращения частей системы $\frac{1}{2} \sum_k I_k (\boldsymbol{\omega}_k - \boldsymbol{\omega})^2$. Последняя также может уменьшаться за счет действия сил вращательной вязкости. Поэтому при составлении математической модели таких систем необходимо учитывать возможность изменения не только

импульсов $\mathbf{P}_k = M_k \mathbf{v}_k$ k -х компонентов (макроскопических частей) системы, но и моментов количества движения $\mathbf{L}_k = I_k \boldsymbol{\omega}_k$ (где I_k – моменты их инерции). В таком случае закон сохранения энергии (3.1) принимает для них вид:

$$\sum_k \mathbf{P}_k \cdot d\mathbf{v}_k/dt + \sum_k \mathbf{M}_k \cdot d\boldsymbol{\omega}_k/dt = \sum_k \mathbf{F}_k \cdot \mathbf{v}_k + \sum_k \mathbf{M}_k \cdot \boldsymbol{\omega}_k. \quad (2.5)$$

Отсюда следует, что при отсутствии внешних сил \mathbf{F}_k и их моментов \mathbf{M}_k в правой части (2.5) сохраняется лишь сумма энергий поступательного и вращательного движения $E_w^k + E_\omega^k$, но не каждая из них в отдельности. Подобное происходит, например, при переходе ламинарного движения в турбулентное и обратно. Это положение сохраняет силу и в том случае, когда законы сохранения импульса и его момента

$$\mathbf{F}_k = d\mathbf{P}_k/dt; \mathbf{M}_k = d\mathbf{L}_k/dt \quad (2.6)$$

выполняются для каждой k -й части рассматриваемой системы по отдельности. Однако в изолированной системе наряду с внешними могут существовать и внутренние силы $\mathbf{F}_k = -(\partial \mathcal{E} / \partial \mathbf{P}_k)$ и их моменты $\mathbf{M}_k = -(\partial \mathcal{E} / \partial \mathbf{L}_k)$. В таком случае импульсы k -х частей системы $\mathbf{P}_k = M_k \mathbf{v}_k$ и их моменты $\mathbf{L}_k = I_k \boldsymbol{\omega}_k$ в соответствии с (2.6) с необходимостью изменяются даже в условиях сохранения импульса системы в целом $\mathbf{P} = \sum_k M_k \mathbf{v}_k$ и момента количества её движения $\mathbf{L} = \sum_k I_k \boldsymbol{\omega}_k$. Это указывает на взаимное влияние сил и моментов одних подсистем на другие, т.е. на взаимное превращение энергии их поступательного и вращательного движения. Как принято говорить в неравновесной термодинамике, у импульсов и энергий поступательного и вращательного движения в таком случае существуют внутренние источники $d\mathbf{P}_k$, $d\mathbf{M}_k$ и $d_s E_w^k$, $d_s E_\omega^k$. Они связаны между собой уравнениями баланса, согласно которым возникновение источников у одной из этих величин неизбежно связано с появлением стоков у другой. Таким образом, в пространственно неоднородных средах упомянутое выше взаимное превращение энергии их поступательного и вращательного движения диктуется законами энегродинамики. Об этом же свидетельствуют и результаты экспериментов, проведенных Н.В. Филатовым (1969) с инерцоидами [8]. В этих экспериментах исследовалось столкновение двух массивных тел, установленных на тележках. Одно из тел представляло собой гироскопы, закрепленные на кардановых подвесах и вращающиеся в разные стороны с одинаковой угловой скоростью для взаимной компенсации их моментов. В экспериментах гироскопы сталкивались без проскальзывания с обычной массой, установленной на другой тележке. Этот процесс фиксировался на киноплёнке со скоростью 2000 кадров в секунду и затем подвергался

обработке с целью определить скорость центра масс системы до и после столкновения. В результате большого числа экспериментов было установлено, что в случае, когда после удара начиналась прецессия гироскопов, центр масс системы изменял свою скорость. Тем самым была обнаружена возможность взаимопревращения энергии поступательного движения в кинетическую энергию прецессии гироскопов. В 1983 г. подобные эксперименты были проведены А.П. Гладченко с инерциоидами В.Н. Толчина – гироскопа, в котором установлен дополнительно мотор-тормоз для управления скоростью его центра масс. Перемещение тележки с гироскопом и мотором-тормозом фиксировалось на киноплёнке.

Чтобы более наглядно объяснить смещение центра масс инерциоида при изменении кинетической энергии относительного вращения его частей, обозначим моменты инерции двух противоположно вращающихся их частей и их угловые скорости соответственно через I_1 , I_2 и ω_1 , ω_2 , а радиус-векторы их центров – соответственно через \mathbf{R}_1 и \mathbf{R}_2 . Тогда в соответствии с общим определением момент распределения количества вращательного движения в такой системе определится выражением:

$$\mathbf{Z}_\omega = I_1\omega_1\mathbf{R}_1 + I_2\omega_2\mathbf{R}_2. \quad (2.7)$$

Поскольку $\omega_2 = -\omega_1$, а $I_1 = I_2$, этому выражению можно придать вид:

$$\mathbf{Z}_\omega = I_2\omega_2\Delta\mathbf{R}_\omega, \quad (2.8)$$

где $\Delta\mathbf{R}_\omega = \mathbf{R}_2 - \mathbf{R}_1$ – смещение центра инерции системы вращающихся грузов вследствие противоположной направленности угловых скоростей вращения ω_1 и ω_2 . Поскольку силы, вызывающие такое смещение, являются внутренними, то и вызванные ими изменения момента распределения импульса вращательного движения \mathbf{Z}_ω следует отнести к внутренним источникам или стокам $d_t\mathbf{Z}_\omega$ этой величины. В соответствии с уравнением баланса источников и стоков, соответствующие источники или стоки должны возникнуть и у момента распределения импульса поступательного движения \mathbf{Z}_v (ибо другими степенями свободы установка не располагает). Это означает, что в системе инерциоид – окружающая среда может возникнуть относительное их перемещение вследствие перераспределения в ней положения центра массы и центра инерции вращательного движения. Тем самым энергодинамика впервые предоставляет теоретическую базу для объяснения движения инерциоидов.

3. Принцип силы (второй закон Ньютона). Единый метод их нахождения

Второй закон Ньютона вводит понятие силы. И.Ньютон сформулировал этот закон следующим образом: *«Изменение количества движения пропорционально приложенной действующей силе и происходит по направлению той прямой, по которой эта сила действует»:*

$$\mathbf{F} = d\mathbf{P}/dt. \quad (3.1)$$

В этом выражении сила выступает как причина возникновения только процесса ускорения. Между тем физике и естествознанию в целом приходится иметь дело с силами, являющимися причиной возникновения и других процессов (перемещения, расширения, электризации, химических и ядерных превращений, диффузии, теплообмена, массообмена и т.п. Поэтому выражение (3) следует рассматривать скорее как частный случай ускоряющей силы, а не как определение понятия силы. Более общее определение силы дает энергодинамика выражением (2.1), из которого в отсутствие процессов переориентации следует:

$$\mathbf{F}_i \equiv -(\partial\mathcal{E}/\partial\mathbf{R}_i). \quad (3.2)$$

Это выражение отражает единство сил различной природы в самом их определении. В частности, если \mathbf{R}_i – вектор, характеризующий неоднородность распределения массы какой-либо системы в пространстве (отклонение центра массы от его положения при равномерном распределении плотности), то сила \mathbf{F}_i определяет поле тяготения. Если \mathbf{R}_i – вектор смещения свободных зарядов, сила \mathbf{F}_i определяет электростатическое поле, и т.д. Следовательно, *силовые поля порождены не массами, зарядами или токами, а их неоднородным распределением в пространстве.* Иными словами, истинным *полеобразующим фактором* является неоднородность.

Несложно показать, что выражение ускоряющей силы \mathbf{F} следует из него как частный случай. Учитывая, что эта сила вызывает отклонение от равновесия (так что ее знак противоположен силе \mathbf{F}_i), на основании (3.2) имеем:

$$\mathbf{F} \equiv (\partial\mathcal{E}/\partial\mathbf{R}_m) = \partial(Mv^2/2)/\partial\mathbf{R}_m = Mv\nabla v = M\mathbf{a}, \quad (3.3)$$

где v , \mathbf{R}_m – модуль скорости и радиус-вектор центра масс системы.

Характерно, что именно представление ускорения в форме $\mathbf{a} = v\nabla v$ позволяет записать работу ускорения dW_w^e в той же форме, что и для других видов работ:

$$dW_w^e = \mathbf{F} \cdot d\mathbf{R} = Mv^2/2. \quad (3.4)$$

Несложно также показать, что определение (3.2) применимо и к понятию центробежной силы, если учесть, что $\mathbf{v} = \omega\mathbf{R}_i$

$$\mathbf{F}_i \equiv (\partial \mathcal{E} / \partial \mathbf{R}_i) = \partial(Mv^2/2) / \partial \mathbf{R}_i = M\omega^2 \mathbf{R}_i, \quad (3.6)$$

На этом основании именно соотношение (3.2) следует считать аналитическим выражением 2-го закона Ньютона, а не соотношение $\mathbf{F} = \mathbf{Ma}$, относящееся только к процессу ускорения. Об универсальности выражения (3.2) свидетельствует также возможность находить не только внешние, но и внутренние силы, что принципиально важно при изучении изолированных систем.

Обсудим теперь специфику «сил инерции». До сих пор не утихают споры относительно того, реальны ли эти силы, являются ли они активными или пассивными, относятся ли они к внутренним или внешним силам, присущи ли они всем видам движения или относятся только к процессу ускорения и т.п. [5].

Решение этого вопроса облегчается, если всю совокупность взаимодействующих тел рассматривать с позиций энергодинамики как единое целое. В таком случае все силы становятся внутренними. Как показано выше, такие силы возникают только парами и одновременно, поэтому вопрос о том, какая из них первична, отпадает сам собой. Обе они реальны и являются следствием действия пары сил иной природы, вызвавших процесс превращения энергии. В этом смысле они обе являются силами реакции. Вместе с тем подобно любым силам они либо вызывают напряженное состояние системы, либо порождают процесс. В первом случае они становятся функциями неравновесного состояния (подобно реакции опор), во втором – функциями процесса. Именно к последним и относятся силы инерции. Они существуют только тогда, когда процесс реально протекает, и исчезают, когда процесс прекращается. ($\mathbf{J}_i \neq 0$). Это с необходимостью следует из закона Ньютона (3.1), согласно которому в отсутствие ускорения (при $\mathbf{a} = 0$) силы инерции \mathbf{F} отсутствуют. Таковы же кариолисовы силы и магнитная составляющая сил Лоренца. Следовательно, силы инерции являются не *функциями состояния*, а *функциями процесса*. Суммируя изложенное, силы инерции можно определить как *разновидность сил реакции, являющиеся функцией процесса*. Поэтому любые утверждения о наличии в природе специфических «полей» этих сил [5] несостоятельны.

Указанное обстоятельство вскрывает также ошибочность мнения, будто понятие силы инерции не может быть обобщено на немеханические процессы. Такое сужение понятия инерции противоречит принципу ле Шателье–Брауна, согласно которому любое внешнее воздействие на систему вызывает в ней такие изменения состояния, которые стремятся ослабить результат этого воздействия.

4. Принцип равенства действия и противодействия (третий закон Ньютона) и его расширенная трактовка

Свой третий закон (постулат) И. Ньютон формулирует в виде утверждения: «*Действию всегда соответствует и равная реакция*». Обычно это положение записывают в виде:

$$\mathbf{F}^a = -\mathbf{F}^b, \quad (4.1)$$

где \mathbf{F}^a , \mathbf{F}^b – активные силы и силы реакции. Эти силы приложены к разным телам и потому не компенсируются.

Чрезвычайно важно показать, что постулированное этим законом единство и противоположность сил является следствием того, что любые силы возникают и исчезают *только парами*. Для этого рассмотрим наиболее общий случай замкнутой системы, включающей всю совокупность взаимодействующих тел. Для такой системы все действующие в ней силы любой i -й природы являются внутренними, не имеющими результирующей \mathbf{F}_j . Пусть \mathbf{f}_j (Н/м²) – удельная сила, приложенная к единице поверхности f (м²) произвольной замкнутой системы в направлении нормали \mathbf{n} к ней. Тогда результирующая этих сил \mathbf{F}_j , представляющая собой интеграл от \mathbf{f}_j по замкнутой поверхности f , собой $\mathbf{F}_j = \int \mathbf{f}_j \mathbf{n} df$, всегда равна нулю. Применяя к этому выражению теорему Гаусса, имеем:

$$\mathbf{F}_j = \int \mathbf{f}_j \cdot \mathbf{n} df = \int \text{div} \mathbf{f}_j dV = 0. \quad (4.2)$$

Это означает, что если в любом элементе dV объема такой системы $\text{div} \mathbf{f}_j$ отлична от нуля (т.е. $(\partial \mathbf{F}_j / \partial V) \neq 0$), то в другом элементе объема она должна иметь противоположный знак (противоположное направление). Иными словами, любая внутренняя сила имеет противодействующую, что и предстояло доказать. Это положение можно назвать *принципом парности сил: внутренние силы в неоднородных системах возникают и исчезают только парами*. Такие силы не без основания называются *внутренними напряжениями*. Они и порождают в пространственно неоднородных системах внутренние процессы превращения энергии, являющиеся предметом изучения эргодинамики. В системах, обладающих несколькими степенями свободы, эти напряжения имеют разную природу. Этим и обуславливается преобразование энергии, характер которого зависит от природы преодолеваемых сил. В частности, если внутренняя сила имеет неупорядоченный характер, происходит процесс «рассеяния энергии», т.е. превращение части упорядоченной внутренней энергии в хаотическую (тепловую). Такого рода явления будут рассмотрены позже в разделе, посвященном термодинамике необратимых процессов.

Деление сил в (4.1) на активные (действующие), и силы реакции (противодействующие) отражают причинно-следственные связи. При этом сам Ньютон не раз подчеркивал, что действие силы следует оценивать произведением величины приложенной силы \mathbf{F}_i на скорость вызванного ею перемещения объекта ее приложения \mathbf{v} . При этом И. Ньютон ссылался на закон действия рычага Архимеда, который он формулирует следующим образом: *«Сколько проигрываем в скорости, столько выигрываем в силе»*. Это позволяет расширить формулировку третьего закона, понимая под действием количественную меру произведенной работы. С этой целью приложим закон сохранения энергии в форме (3.1) к произвольной пространственно неоднородной системе, совершающей механическую работу, простейшим примером которой служит упомянутый рычаг Архимеда. Плечи его перемещаются в противоположных направлениях со скоростями \mathbf{v}_1 и \mathbf{v}_2 под действием сил \mathbf{F}_1 и \mathbf{F}_2 . Поскольку для такой системы все параметры Θ_i остаются неизменными, уравнение (3.1) принимает вид:

$$\mathbf{F}_1 \cdot \mathbf{v}_1 + \mathbf{F}_2 \cdot \mathbf{v}_2 = 0. \quad (4.3)$$

Это выражение представляет собой не что иное, как закон сохранения энергии (точнее, мощности) применительно к механическим явлениям. Действительно, лишь в частном случае, когда $\mathbf{v}_1 = \mathbf{v}_2$ (например, когда совершение работы сопровождается перемещением одной и той же границы раздела двух тел, или действие осуществляется без какого-либо промежуточного звена типа рычага), из (4.3) следует выражение (4.1). Поэтому именно соотношение (4.3) следует считать общей математической формой третьего закона Ньютона, а не его частный случай (4.1).

Следует также заметить, что в формулировке третьего закона Ньютона, соответствующей выражению (4.3), отсутствует требование, чтобы силы действия \mathbf{F}^a и противодействия \mathbf{F}^b были направлены по одной прямой. В механике Ньютона, исключавшей из рассмотрения вращательное движение тел, это требование было само собой разумеющимся. Однако с позиций энергодинамики, учитывающей наличие крутящих моментов, обусловленных именно несовпадением линий действия встречных сил, это требование является чрезмерным. Снятие этого требования позволяет в дальнейшем устранить известное противоречие с третьим законом Ньютона в случае взаимодействия проводников с током, когда силы действия и противодействия оказываются направленными не по одной прямой [10].

5. Теоретический вывод закона всемирного тяготения

Опираясь на законы Кеплера, И. Ньютон на основании имевшихся на то время данных о массах небесных тел и расстояниях между ними расчетным путем установил, что сила притяжения двух точечных масс m и M прямо пропорциональна их произведению и обратно пропорциональна квадрату расстояния между ними R . Позднее Кавендиш экспериментально доказал, что этот закон обратных квадратов справедлив и для земных тел, вычислив при этом массу Земли и постоянную гравитации G_g . Так родился закон Всемирного тяготения

$$\mathbf{F}_g = G_g m M / R^2, \quad (5.1)$$

влияние которого на историю науки невозможно переоценить.

До сих пор этот закон рассматривался как чисто экспериментальный и не выводимый из каких-либо первичных принципов. Тем привлекательней представляется получить его из энергодинамики как следствие неоднородности распределения масс в пространстве. Как следует из универсального определения понятия силы, данного выражением (3.2), любая, в том механическая сила исчезает, если распределение энергоносителя в пространстве равномерно, т.е. поле его плотности $\rho_i(\mathbf{r}, t)$ однородно, поскольку в таком случае $\mathbf{F}_i \equiv -(\partial \mathcal{E} / \partial \mathbf{R}_i) = 0$. В частности, известно, что в центре однородной массивной сферы гравитационное поле отсутствует. Это означает, что силовые поля создаются не массами, зарядами или элементарными частицами, как это следует, например, из «Стандартной модели», а их *неравномерным распределением в пространстве*. Действительно, достаточно в законе тяготения Ньютона (5.1) положить одну из масс, M или m , равной нулю, т.е. считать массу сосредоточенной в некоторой точке пространства, или, наоборот, считать ее равномерно «размазанной» по всему пространству, как сила тяготения \mathbf{F}_g исчезнет. Следовательно, силы гравитации появляются только там, где массы распределены неравномерно. В данном случае эта неоднородность для системы массой M характеризуется моментом распределения $\mathbf{Z}_m = M \Delta \mathbf{r}$, представляющим собой произведение массы тела M на величину смещения радиус-вектора центра массы \mathbf{r} от его положения при однородном распределении. Соответственно для системы единичного объема момент распределения массы $\mathbf{Z}_{mV} = \partial \mathbf{Z}_m / \partial V$ будет определяться произведением плотности системы $\rho = \partial M / \partial V$ на величину смещения радиус-вектора \mathbf{r} его центра $\Delta \mathbf{r}$, т.е. $\mathbf{Z}_{mV} = \rho \Delta \mathbf{r}$. Отсюда как частный случай следует, что $\rho = \nabla \cdot \mathbf{Z}_{mV}$, т.е. определяется дивергенцией вектора смещения массы точно так же, как в

электродинамике плотность свободного электрического заряда ρ_e определяется дивергенцией вектора электрического смещения \mathbf{D} в единице объема проводника ($\rho_e = \nabla \cdot \mathbf{D}$). Благодаря такому представлению массу M сплошной среды можно выразить интегралом от $\nabla \cdot \mathbf{Z}_{mV}$:

$$M = \int \rho dV = \int \nabla \cdot \mathbf{Z}_{mV} dV. \quad (5.2)$$

Переходя в этом выражении на основании теоремы Гаусса от интеграла по объему к интегралу по замкнутой поверхности f , имеем:

$$M = \int \mathbf{Z}_{mV} \cdot \mathbf{n} df. \quad (5.3)$$

Это выражение справедливо для тела любой формы. Поэтому выберем для удобства сферическую поверхность $f = 4\pi r_c^2$ (где r_c – радиус сферы, заполненной массой M). Тогда вместо (5.3) имеем:

$$M = 4\pi \int \mathbf{Z}_{mV} \cdot \mathbf{n} r_c dr_c. \quad (5.4)$$

Неравномерность распределения массы порождает удельную силу $\mathbf{X}_g = -(\partial \mathcal{E} / \partial \mathbf{Z}_{mV}) = M^{-1}(\partial \mathcal{E} / \partial \mathbf{r}) = \mathbf{F}_g / m$. Эта сила связана с параметром \mathbf{Z}_{mV} уравнением состояния общего вида $\mathbf{Z}_{mV} = \mathbf{Z}_{mV}(\mathbf{X}_g)$. Полагая эту зависимость пропорциональной на том основании, что обе величины (\mathbf{Z}_{mV} и \mathbf{X}_g) исчезают одновременно, и обозначая коэффициент пропорциональности через ϵ_g , вместо (5.4) можно написать:

$$M = 4\pi \epsilon_g \int \mathbf{X}_g \cdot \mathbf{n} r_c dr_c. \quad (5.5)$$

Произведение $\mathbf{X}_g \cdot \mathbf{n}$ характеризует абсолютную величину $X_g = |\mathbf{X}_g|$ силы, действующей в направлении нормали к поверхности сферы. Эта сила, как известно, внутри тела равна нулю и терпит разрыв на поверхности тела. Однако формула Гаусса справедлива и в этом случае, если чего достаточно перейти к так называемой поверхностной дивергенции $X_g(+r_c) - X_g(-r_c)$, т.е. к разности сил по обе стороны поверхности сферы. Поскольку $X_g(-r_c) = 0$, вместо (5.5) имеем:

$$X_g = G_g M / r_c^2, \quad (5.6)$$

где $G_g = 1/4\pi \epsilon_g$ – коэффициент пропорциональности, определяемый экспериментально и называемый обычно гравитационной постоянной.

В стационарном поле $X_g = -d\psi_g/dr$, так что из (5.6) путем интегрирования (5.6) в пределах от r_c до r легко найти гравитационный потенциал $\psi_g = -\int X_g dr$ в любой точке $r_c \geq r$:

$$\psi_g = G_g M (1/r_c - 1/r). \quad (r \geq r_c). \quad (5.7)$$

Гравитационный потенциал ψ_g представляет собой, как известно, силу тяготения, отнесенную к единице массы пробного тела m .

Поэтому сила $\mathbf{F}_g = m\psi_g$, найденная из этого выражения, в точности соответствует закону тяготения (5.1). Однако согласно выражению (5.7), потенциальная энергия тяготеющих масс обращается в нуль не при их бесконечном удалении (как это следует из выражения (5.1), а, напротив, когда они занимают одно и то же пространство, что вполне соответствует экспериментальным фактам. Как частный случай, из него следует тот факт, что при однородном распределении масс (в том числе внутри тела с однородной плотностью) сила тяготения равна нулю (потенциал ψ_g постоянен). Следовательно, внутри тяготеющих тел закон тяготения Ньютона (5.1) не действует, т.е. область его справедливости ограничена условным (эквивалентным) радиусом сферы «полеобразующего» тела M (областью $r \geq r_c$). Другое отличие закона тяготения (5.7) состоит в том, что потенциал ψ_g и сила тяготения \mathbf{F}_g не обращаются при $r \rightarrow 0$ в бесконечность. Это снимает «проблему расходимостей», которая, как выясняется, не возникает при теоретическом выводе этого закона и обусловлена, следовательно, произвольной экстраполяцией результатов наблюдения за небесными телами конечных размеров на «точечные» объекты, не имеющие протяженности. Учет минимального расстояния r_c , на которое можно сблизить пробную массу m с массой M , решает эту проблему. Действительно, каким бы ни было значение r_c , при $r_c = r_c$ потенциал $\psi_g = 0$. Это обстоятельство имеет непосредственное отношение к вопросу о соотношении гравитационных и электростатических сил, действующих в атомах. Поскольку в ядрах атомов величина r_c на много порядков меньше, чем соответствующая величина для их электронных оболочек, то и силы тяготения между ядерными частицами оказываются не столь уж отличными от кулоновских сил отталкивания. Этим, возможно, и объясняется устойчивость атомов.

Еще более важно, что вопреки сложившимся представлениям потенциальная энергия тяготеющих масс не может быть величиной отрицательной. Это соответствует данному в энергодинамике общему определению понятия энергии как наиболее общей функции состояния системы, характеризующей ее способность совершать любую (упорядоченную или неупорядоченную) работу.

6. Обоснование принципа наименьшего действия

Одним из основополагающих принципов механики считается «принцип наименьшего действия». Касаясь истории этого принципа, нельзя не отметить, что он был сформулирован еще тогда, когда даже не существовало таких понятий как энергия и закон ее сохранения.

Первым «принцип наименьшего действия» сформулировал Мопертюи (1744). Согласно его формулировке, относящейся к стационарным условиям, *для действительного пути материальной точки в консервативном силовом поле интеграл от импульса частицы, взятый по отрезку траектории между какими-либо двумя ее точками, минимален по сравнению с такими же интегралами, взятыми по отрезкам других кривых.*

Эта и другие формулировки названного далеко не очевидного принципа исходили не из физического смысла действия или каких-либо фундаментальных законов естествознания, а базировались на вере ученых того времени в то, что все процессы в природе происходят с определенной целью и протекают наиболее рациональным (экономным) путем. Естествоиспытатели видели в этом принципе «философский камень» для открытия всех законов природы. Оставалось только найти критерии, по которым природа определяет достижение своей цели. Так, Лаплас считал, что «истинная цель природы есть экономия живой силы» (т.е., в современной терминологии, работы). Этой же точки зрения придерживался и Лагранж, который считал, что этот принцип «с большим основанием следовало бы назвать принципом экстремальной живой силы».

Первым, кто придал принципу наименьшего действия статус общего закона механики, был Г.Гельмгольц. Сохранив существо принципа, он, в отличие от других исследователей, взял в качестве исходной, первичной величины лагранжеву функцию объекта исследования $L = E^k - E^u$, понимая под ней разность между его кинетической E^k и потенциальной E^u энергией. Эта функция выражалась через обобщенные координаты \mathbf{r}_i и импульсы \mathbf{p}_i всех N частиц системы ($i=1,2,\dots,N$), что делало лагранжиан $L[\mathbf{r}_i(t), \mathbf{p}_i(t), t]$ функцией времени t . В соответствии с этим принцип наименьшего действия записывается в механике в виде функционала

$$D(t) = \int L[\mathbf{r}_i(t), \mathbf{p}_i(t), t] dt = \min. \quad (6.1)$$

Из свойств экстремума этой функции Гельмгольцу удалось вывести законы движения целого ряда систем. После того, как этот принцип был с успехом применен в электродинамике, а затем и в теории тяготения, ряд авторитетных ученых стали считать его применимым и к тем явлениям, которые еще предстоит изучить. Постепенно эта идея Гельмгольца «находить формулировки для законов новых классов явлений» трансформировалась в попытку превратить физику в науку, которая позволяла бы «свести все физические постоянные к математическим».

Между тем до настоящего времени не увенчались успехом не только попытки обосновать принцип наименьшего действия, исходя из каких-либо общих и твердо установленных законов, но даже понять физический смысл функции Лагранжа. В этом отношении энергодинамика представляет новые возможности. Прежде всего, заметим, что, если интегрирование (6.1) осуществлять в одном и том же интервале времени $t_2 - t_1$, действие $D(t)$ с точностью до постоянной $E\Delta t$ соответствует интегралу $\int 2E^k dt$, выражающему действие по Мопертюи. Представляя E^k через массу m исследуемого тела и скорость его движения $\mathbf{v} = d\mathbf{r}/dt$ (где \mathbf{r} – радиус-вектор центра его массы), принцип действия Мопертюи можно представить в виде:

$$D(t) = \int m\mathbf{v} \cdot d\mathbf{r} = \min. \quad (6.2)$$

Нетрудно заметить, что в (6.2) подынтегральное выражение представляет собой частный случай более общего выражения приращения момента распределения $d\mathbf{Z}_i = \Theta_i d\mathbf{r}_i$ носителя i -й формы движения Θ_i . При этом $\Theta_i \equiv \Theta_w$, т.е. представляет собой импульс тела \mathbf{P} , а $\mathbf{r}_i = \mathbf{r}_w$ выражает смещение центра инерции вследствие перераспределения поля скоростей. Наглядным примером такого перераспределения является профиль скорости в потоке жидкости, скорость в ядре которого выше средней, а в пограничном слое – снижается до нуля. В таком случае принцип наименьшего действия приобретает смысл условия минимума момента распределения импульса $\mathbf{Z}_w = \Theta_w \mathbf{r}_w$, вызванного отклонением системы от состояния с однородным полем скоростей (динамического равновесия):

$$D(t) = \mathbf{Z}_w = \int \Theta_w d\mathbf{r}_w = \min. \quad (6.3)$$

Таким образом, принцип наименьшего действия является простым следствием энергодинамических условий равновесия, отражающих стремление неравновесной (упорядоченной) энергии системы E как функции моментов распределения $E = E(\mathbf{Z}_i)$ к нулю. Согласно им, убыль упорядоченной энергии сопровождается уменьшением \mathbf{Z}_i до нуля, что позволяет проследить за эволюцией каждой степени свободы системы в отдельности. Таким образом, энергодинамика вскрывает физический смысл действия как *принуждения, удаляющего динамическую систему от состояния внутреннего равновесия*, т.е. порождающего неоднородность поля скоростей. Тем самым находит объяснение как поразительная универсальность принципа наименьшего действия, так и его независимость от изначального допущения о консервативности системы (сохранении в ней суммы потенциальной и кинетической энергии). Действительно, существование моментов распределения импульса \mathbf{Z}_w как функции

неравновесного состояния не зависит от того, каким путем пришла система в это состояние.

Вряд ли необходимо доказывать, что классическая механика, не рассматривавшая внутреннее движение в исследуемых телах, была не в состоянии обосновать принцип минимального действия, который является следствием стремления систем к внутреннему равновесию. Между тем именно благодаря диссипации и достигается минимум величины Z_{in} . Учет этого обстоятельства и объясняет универсальность принципа минимального действия в его приложении к механике сред с памятью, термодинамике, гидроаэродинамике и электродинамике.

Все это показывает, насколько полезным может быть рассмотрение классической механики как следствия энергодинамики.

Литература

1. Эткин В.А. Энергодинамика (синтез теорий переноса и преобразования энергии). – СПб, Наука, 2008, 409 с.
2. Пуанкаре А. Избранные труды. Т.3. - М.: Наука, 1974.
3. Де Бройль Луи. Революция в физике. (Новая физика и кванты). М.: Атомиздат, 1965.
4. Ландау Л.Д., Лифшиц Е.М. Теоретическая физика. Т.1. – М.: Наука, 1973.
5. Шипов Г.И. Теория физического вакуума. – М., Наука, 1997. 450 с.
6. Ньютон И. Математические начала натуральной философии.– Петроград, 1916 г.
7. Хаазе Р. Термодинамика необратимых процессов. М.: Мир, 1967.
8. Филатов Н.В. Исследование удара тел с большими кинетическими моментами. Письмо к Чичерину В.Г.18.07.1969.
9. Толчин В.Н. Инерциод, силы инерции как источник движения. Пермь, 1977.
10. Фейнман Р., Лейтон Р., Сэндс М. Фейнмановские лекции по физике. – М.: Мир, 1976. Т. 6.

Халецкий М.Б.

Тормозное излучение и квантовая механика электрона

Аннотация

Предлагается принципиально новый подход к квантованию кинетической энергии электрона в релятивистской механике. Основная идея статьи – учёт собственного вращения материальной точки.

Содержание

0. Принятые сокращения
- 1 Обобщённый импульс движения
- 2 Моделирование реальности
- 3 Квантовая физика
- 5 Квантовое изменение энергии
- 4 Непрерывное изменение энергии
- 6 Рекомбинация энергии
- 7 Рекомбинация импульса
- 8 Выводы

0. Принятые сокращения

СТО – Специальная теория относительности (Special Theory of Relativity)

ЭТО – Элементарная теория относительности (Elementary Theory of Relativity)

ВЕРСИЯ – версия Элементарной теории относительности (VERSIY)

ИСО – Инерциальная система отсчёта (Inertial frame of reference)

1. Обобщённый импульс движения.

В классической механике для случая абсолютно твёрдого тела существует формула полной кинетической энергии движения

$$T = \frac{mv_1^2}{2} + I \frac{\omega^2}{2}, \quad (1)$$

где

m – суммарная масса всех точек тела, $\langle kg \rangle$;

v_1 – поступательная скорость тела вдоль траектории движения, $\langle m/s \rangle$;

I – момент инерции центра масс относительно оси вращения, $\langle kg * m^2 \rangle$;

ω – угловая скорость центра масс относительно оси вращения, $\langle s^{-1} \rangle$.

Если вся масса тела приведена к центру масс и определён радиус инерции относительно мгновенной оси вращения, то формулу (1) можно переписать в следующем виде:

$$T = \frac{mv_1^2}{2} + \frac{mv_2^2}{2} = T_1 + T_2; \quad (2)$$

где, v_2 – скорость вращения материальной точки вокруг оси $\langle m/s \rangle$.

В такой записи направление вектора угловой скорости ω не имеет принципиального значения. Ось вращения может проходить и через собственный центр масс тела, радиус инерции условный параметр. Твёрдое тело ассоциируется с материальной точкой, Fig. 1.

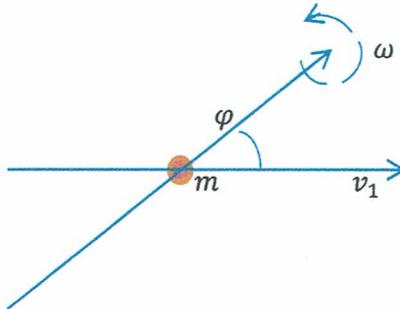


Figure 1: Собственное вращение.

Если между скоростями поступательного и вращательного движения существует функциональная связь $v_2 = f(v_1)$, то можно говорить об обобщённом импульсе движения.

Определим обобщённый импульс точки как производную полной кинетической энергии по обобщённой скорости. В качестве обобщённой скорости выберем скорость поступательного движения, в качестве обобщённой координаты – траекторию движения. Фактически материальная точка движется по прямой линии или замкнутой окружности без поперечных сдвигов. Тогда,

$$p = \frac{\partial T}{\partial v_1} = \frac{\partial}{\partial v_1} \left(\frac{mv_1^2}{2} + \frac{mv_2^2}{2} \right) = mv_1 + mv_1 \left(\frac{v_2}{v_1} \frac{\partial v_2}{\partial v_1} \right). \quad (3)$$

При $v_2 = v_1, p = 2mv_1$.

Следовательно, обобщённый импульс можно рассматривать как сумму составляющих классического импульса и импульса вращения ориентированного вдоль траектории движения. Если функциональная связь между v_1 и v_2 отсутствует, что наблюдается на малых скоростях движения ($v_1 \ll c, v_2 \ll c$), то применимы только формулы энергии в виде (1) или (2). Импульсы определяются по составляющим энергии отдельно:

$$\begin{aligned} \partial T_1 &= mv_1 \partial v_1; \quad \partial T_2 = mv_2 \partial v_2; \\ dT &= \partial T_1 + \partial T_2 = p_1 \partial v_1 + p_2 \partial v_2. \end{aligned} \quad (4)$$

Отношение разных теорий к собственному вращению элементарных частиц:

1. В механике Специальной теории относительности (Special Relativity) фигурирует только скорость поступательного движения v_1 в лабораторной ИСО. При переходе в подвижную систему отсчёта собственное вращение частицы не учитывается.[2][3];

2. В механике Элементарной теории относительности скорость собственного вращения при переходе в параллельную ИСО учитывается через суммарную скорость $V_{п1}$. В лабораторной ИСО частица движется вдоль траектории по винтовой линии.[6];

3. Квантовая механика вероятностей, построенная на уравнении Шрёдингера, скорость собственного вращения частиц учитывает в комплексном виде. Волновые решения этих уравнений имеют сложный математический аппарат. По сути, вместо физического явления, физикам предлагают заниматься анализом математических операторов и квантовых чисел. Однако, на сегодняшний день это единственная теория, которая способна каким-то образом объяснить результаты многих физических экспериментов.[4];

4. В физике элементарных частиц часто используют смешанный подход на основе квантовой механики и СТО. В описании эффекта Комптона (Compton effect) такой подход даёт положительные результаты и понятные объяснения. Применение ВЕРСИИ в эффекте Комптона приводит к аналогичным выводам.[7]

2 Моделирование реальности

Находясь в рамках классической механики, получить достоверную запись формул кинетической энергии и импульса невозможно. Законы Ньютона основаны на практическом опыте малых скоростей движения. Различные теории релятивизма, основанные на физических постулатах, переносят действие с материальной точкой из реального пространства лабораторной ИСО в эфемерную математическую модель альтернативной ИСО. В рамках модели ищут новые формы записи энергии и импульса, которые должны удовлетворять принципу соответствия классической механики на малых скоростях движения. Эти формы записи возвращают в лабораторную ИСО и пытаются проверить на практике. Принимать математическую модель за истину, без конкретных доказательств, преждевременно. Так альтернативные модели в СТО и ЭТО, это плоские параллельные миры, где обобщённая координата точки совпадает с траекторией движения, а вращение собственного центра массы не очевидно. Если наделить эти модели дополнительными координатами и элементами вращения, то можно получить эвристические модели изобилующие парадоксами и нестыковками с реальным миром. Какие-то части модели в экспериментах будут работать, а какие-то нет. **Любая модель мироздания требует комплексной проверки всех её параметров, а не отдельно взятых соотношений.** Модель, прошедшая такую проверку, может с большой осторожностью приниматься за физическое описание реальности.

3 Квантовая физика

Всё началось с Макса Планка [1]. Изучая спектр излучения абсолютно чёрного тела, он обнаружил необходимость делить энергию на отдельные порции (кванты). Он не сразу осознал полученные результаты, искал другие доказательства и объяснения спектра в рамках классической электродинамики. Не найдя других объяснений, Планк озвучил 14 декабря 1900г. своё предположение о квантовании энергии излучения как Гипотезу. Идея о квантовании энергии оказалась настолько актуальна, что привела к эволюции физики элементарных частиц. Усилиями многих известных учёных Гипотеза переросла в полноценный аппарат квантовой механики основанной на идеях Планка и уравнении Шрёдингера. На фоне новых идей релятивистская механика (СТО Эйнштейна) немного потускнела, но отдельные её элементы продолжают использоваться и в квантовой механике. **Основная проблема Специальной теории**

относительности заключается в полном отсутствии предпосылок к квантованию энергии. ВЕРСИЯ Элементарной теории относительности, предлагаемая автором статьи, попытается восполнить этот недостаток.

Основные формулы записи полной кинетической энергии и обобщённых импульсов двух теорий:

Special Relativity VERSIYA

$$p = \frac{mv}{\sqrt{1-\frac{v^2}{c^2}}} \quad p = mv + \frac{mv}{\sqrt{1+\frac{v^2}{c^2}}}$$

$$E_k = \frac{mc^2}{\sqrt{1-\frac{v^2}{c^2}}} - mc^2 \quad E_k = \frac{mv^2}{2} + mc^2 - \frac{mc^2}{\sqrt{1+\frac{v^2}{c^2}}}$$

1. Из рассмотрений формул СТО видно, что на их основе выделение квантов энергии предвидеть невозможно. Уравнения сильно детерминированы и имеют однозначное толкование будущих событий.

2. Из рассмотрения формул ВЕРСИИ видно, что релятивистская составляющая энергии

$$E_r = mc^2 - \frac{mc^2}{\sqrt{1+\frac{v^2}{c^2}}} \quad (\text{энергия вращения собственного центра масс}) \quad (5)$$

ограниченная переменная величина. В эффекте Комптона (см. <https://halmich/ru>) это выражение равно потенциальной энергии ионизации атома. Следовательно, выражение (5) можно ассоциировать с квантом энергии.

В последующих разделах приводятся расчёты и графики изменения энергии релятивистского электрона при торможении его в однородном электростатическом поле, в непрерывном и квантовом режиме.

4. Непрерывное изменение энергии.

Рассмотрим единичный акт торможения ультрарелятивистского свободного электрона в однородном электростатическом поле. В процессе торможения вся кинетическая энергия электрона переходит в электромагнитное излучение. Уравнение полной энергии движения электрона в вакууме,

$$E_k = \frac{m_e v^2}{2} + m_e c^2 - \frac{m_e c^2}{\sqrt{1+\frac{v^2}{c^2}}} = E_s + E_r, \quad (6)$$

где

m_e – масса электрона, $9,1 * 10^{-31}$ (kg);

v – линейная скорость электрона, $\langle m/s \rangle$;

c – скорость света, $30 * 10^7, \langle m/s \rangle$;

E_s – классическая составляющая энергии, $\langle J \rangle$ или $\langle eV \rangle$;

E_r – релятивистская составляющая энергии $\langle J \rangle$ или $\langle eV \rangle$.

Запись формулы (6) в численном виде:

$$E_k = \frac{9.1 * 10^{-31} * v^2}{2} + 8190 * 10^{-17} - \frac{8190 * 10^{-17}}{\sqrt{1 + \left(\frac{v}{30 * 10^7}\right)^2}} \langle J \rangle ;$$

Связь единиц измерения энергии, $1eV = 1,602 * 10^{-19} J$.

Аналогично СТО в ВЕРСИИ действует постулат: в лабораторной ИСО скорость электрона в вакууме не превышает скорости света; $v \leq c$. Знак равенства, это чисто гипотетическая ситуация предельного состояния электрона, т.е. $v \sim c$. В качестве независимой переменной используется относительный параметр $\beta = v/c$. Процесс торможения происходит в системе отсчёта лабораторной ИСО, **масса инвариантная величина**. Вектор линейной скорости электрона коллинеарный вектору напряжённости тормозящего поля. Ниже приводятся графики изменения энергий E_k и E_r в зависимости от скорости перехода электрона из ультрарелятивистского состояния ($v \approx c$) в состояние относительного покоя ($v \approx 0$). Электрон проходит потенциальный барьер в точности соответствующий полной кинетической энергии движения.

$$E_k - Q = 0, Q = eU ,$$

где

Q – энергия потенциального барьера, $\langle eV \rangle$;

e – электрический заряд электрона, $1,602 * 10^{-19} \langle C \rangle$;

U – разность эл. потенциалов на границах барьера, $\langle V \rangle$.

Согласно квантовой оптике, ультрарелятивистский электрон должен излучить один фотон максимальной энергии

$$h\nu_{max} = E_{kmax} = 6494 * 10^{-17} J (405,4 keV),$$

где

h – постоянная Планка, $6,626 * 10^{-34} \langle J * s \rangle$;

ν – частота излучения, $\langle Hz \rangle$.

Максимальная частота

$$\nu_{max} = \frac{E_{kmax}}{h} = \frac{6494 * 10^{-17}}{6,626 * 10^{-34}} = 9.80 * 10^{19} Hz.$$

Минимальная длина волны

$$\lambda_{min} = \frac{c}{\nu_{max}} = \frac{30 \cdot 10^7}{9,80 \cdot 10^{19}} = 3,061 \cdot 10^{-12} \text{ м} = 3,061 \cdot 10^{-3} \text{ нм}.$$

Минимальный период колебаний

$$T_{min} = \frac{1}{\nu_{max}} = \frac{1}{9,80 \cdot 10^{19}} = 0,1020 \cdot 10^{-19} \text{ с}.$$

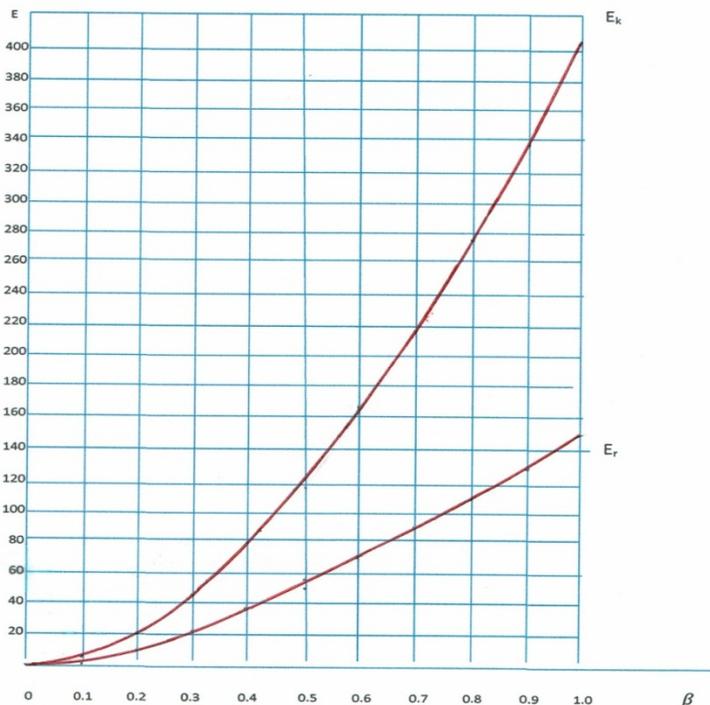


Figure 2: Непрерывное изменение энергий E_k and E_r , keV.

Диапазон частот рентгеновского излучения от $3 \cdot 10^{16} \text{ Hz}$ до $3 \cdot 10^{19} \text{ Hz}$. [8] Излученный фотон значительно превышает верхний порог рентгеновских частот и фактически относится к гамма - квантам. Излучение сконцентрировано в направлении движения электрона и должен наблюдаться линейчатый спектр распределения интенсивности по частоте. **Такое изменение энергии нехарактерно для тормозного излучения**, [9]. Следовательно, процесс торможения ультра - релятивистского электрона имеет более сложный характер и отличается от однофотонного преобразования энергии.

5 Квантовое изменение энергии

ВЕРСИЯ полагает – **излучение и поглощение фотонов веществом связано с квантованием кинетической энергии движения элементарных частиц.**

Для тормозного излучения, энергия рентгеновского фотона в точности равна релятивистской составляющей энергии движения электрона. Проходя последовательно ряд задерживающих потенциальных барьеров, электрон излучает определённый ряд тормозных фотонов. Частота, энергия и количество испущенных фотонов зависят от энергетической ширины барьера и подлётной скорости электрона. В **единичном** акте торможения энергия фотона равна

$$h\nu_1 = E_{r1} \leq eU \text{ или } h\nu_1 = m_e c^2 - \frac{m_e c^2}{\sqrt{1 + \frac{v_1^2}{c^2}}} \leq eU, \quad (7)$$

где

U – разность электрических потенциалов на границах барьера;
 v_1 – подлётная скорость электрона.

Рассмотрим движение ультрарелятивистского свободного электрона через ограниченный однородный потенциальный барьер, Fig.3.

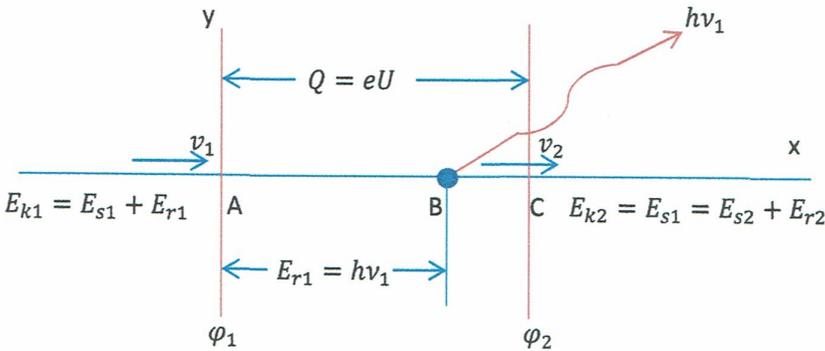


Figure 3: Q – энергетическая ширина барьера.

За начало координат принимается точка входа A на передней границе барьера. Барьер на Fig.3 обозначен красными вертикальными линиями. Внутри барьера электрон постоянно сравнивает собственную релятивистскую энергию E_r с энергией сопротивления барьера. Когда энергия сопротивления достигает значения E_{r1} (точка B), Электрон сбрасывает первичный квант

электромагнитной энергии $h\nu_1$. Протяжённый барьер, ширина которого $eU \gg E_{r1}$, всегда можно разделить на ряд последовательных барьеров. Полная энергия движения E_k делится на ряд последовательных квантов $E_{r1} > E_{r2} > E_{r3} > \dots > E_{ri}$. В зависимости от энергетической ширины барьера возможны три принципиальных случая:

1. Туннельный эффект. Электрон проходит через узкий потенциальный барьер без потери энергии и скорости. Излучение фотонов отсутствует,

$$eU < E_{r1}. \tag{8}$$

2. Однофотонное излучение. Излучается первичный квант энергии в виде одного фотона.

$$eU \geq E_{r1}, eU - h\nu_1 < E_{r2}. \tag{9}$$

3. Многофотонное излучение. Излучается ряд квантов энергии в виде множества фотонов.

$$eU \geq \sum E_{ri}, eU - \sum h\nu_i < E_{r(i+1)} \tag{10}$$

Энергия, импульс и скорость движения электрона изменяются скачками.

6 Рекомбинация энергии

После каждого акта излучения рентгеновского фотона происходит процесс восстановления формы записи кинетической энергии и механического импульса релятивистского электрона, т.е. **рекомбинация**.

На основании **закона сохранения энергии**, рекомбинация после излучения первичного фотона ($h\nu_1 = E_{r1}$) описывается соотношением

$$E_{s1} = E_{k2}, \text{ или } \frac{m_e v_1^2}{2} = \frac{m_e v_2^2}{2} + m_e c^2 - \frac{m_e c^2}{\sqrt{1 + \frac{v_2^2}{c^2}}}, \tag{11}$$

где

v_1 — скорость движения электрона на входе в потенциальный барьер;

v_2 — скорость электрона после излучения первичного фотона.

Полная энергия движения электрона после рекомбинации равна классической кинетической составляющей энергии до рекомбинации.

Преобразования выражения (11) относительно скорости v_2 в относительных единицах приводят к уравнению

$$x_2^3 + x_2^2(5 - 2x_1) + x_2(8 - 6x_1 + x_1^2) - (4x_1 - x_1^2) = 0, \quad (12)$$

где $x_1 = \frac{v_1^2}{c^2}$; $x_2 = \frac{v_2^2}{c^2}$; – соответствующие квадраты относительных скоростей.

Считая, что начальная скорость ультрарелятивистского электрона $v_1 \cong c$ и $x_1 = 1$, первое уравнение рекомбинации принимает вид

$$x_2^3 + 3x_2^2 + 3x_2 - 3 = 0. \quad (13)$$

Корни уравнения: $x_1 = 0,59$; $x_1 = -1,79 + 1,37i$; $x_1 = -1,79 - 1,37i$.

Скорость электрона после первичной рекомбинации:

$$\frac{v_2^2}{c^2} = 0,59; \quad \frac{v_2}{c} = 0,7681; \quad v_2 \approx 23,0 * 10^7 \text{ m/s}.$$

Реализуется однофотонное излучение с энергией $E_{r1} = 149,80 \text{ keV}$, частотой $\nu_1 = 3,62 * 10^{19} \text{ Hz}$, длиной волны $\lambda_1 = 8,29 * 10^{-3} \text{ nm}$ при подлётной скорости электрона $v_1 = 30 * 10^7 \text{ m/s}$. Испущенный квант электромагнитной энергии имеет частоту колебаний на уровне верхней границы рентгеновского диапазона волн. **В общем случае подлётная скорость электрона не равна скорости света.**

Если энергетическая ширина потенциального барьера $eU \gg E_{r1}$, то реализуется многофотонное излучение. Уравнение (12) запишется в следующем виде:

$$x_{i+1}^3 + x_{i+1}^2(5 - 2x_i) + x_{i+1}(8 - 6x_i + x_i^2) - (4x_i - x_i^2) = 0, \quad (14)$$

где $i = 1, 2, 3, \dots, n$ – порядковый номер кванта энергии.

От фотона к фотону, от рекомбинации к рекомбинации, решение каждого предыдущего уравнения типа (14) является начальным условием по скорости для решения последующего уравнения. Ниже приводится расчёт параметров последовательного излучения фотонов для первых 11 шагов рекомбинации кинетической энергии ультрарелятивистского электрона.

Таблица 1

| v_i * 10^7 m/s | $\beta_i =$ $\frac{v_i}{c}$ | $x_i =$ $\left(\frac{v_i}{c}\right)^2$ | E_{ki} keV | $E_{ri} =$ $h\nu_i$ keV | ν_i * 10^{19} Hz | λ_i * 10^{-3} nm | T_i * 10^{-19} s |
|----------------------------------|--------------------------------|---|--------------------------|--|--------------------------------------|---------------------------------------|------------------------------------|
| v_1 30.00 | 1.0000 | 1,000000 | 405,4 | 149,80 | 3,62 | 8,29 | 0,276 |
| v_2 23.00 | 0,7664 | 0,587401 | 255,7 | 105,50 | 2,55 | 11,76 | 0,392 |

| | | | | | | | |
|------------------|--------|----------|-------|-------|---------|--------|---------|
| v_3 17.10 | 0,5700 | 0,324934 | 150,1 | 67,10 | 1,62 | 18,49 | 0,617 |
| v_4 12.45 | 0,4160 | 0,172199 | 83,0 | 39,00 | 0,94 | 31,91 | 1,064 |
| v_5 8.94 | 0,2981 | 0,088857 | 44,0 | 21,30 | 0,51 | 58,29 | 1,923 |
| v_6 6.38 | 0,2125 | 0,045166 | 22,3 | 11,20 | 0,27 | 111,1 | 3,704 |
| v_7 4.53 | 0,1509 | 0,022774 | 11,6 | 5,72 | 0,138 | 217,4 | 7,246 |
| v_8 3.21 | 0,1069 | 0,011436 | 5,81 | 2,90 | 0,070 | 428,0 | 14,286 |
| v_9 2.27 | 0,0756 | 0,005730 | 2,92 | 1,46 | 0,035 | 857,0 | 28,571 |
| v_{10} 1.61 | 0,0536 | 0,002868 | 1,47 | 0,735 | 0,0177 | 1695,0 | 56,500 |
| v_{11} 1.14 | 0,0379 | 0,001435 | 1,105 | 0,368 | 0,00834 | 3597,1 | 119,904 |

Ниже уровня скорости $v < 10^7 \text{ m/s}$ электрон может вернуться на свободную орбиту ионизированного атома без релятивистских составляющих энергии и импульса (эффект Комптона)[6]. **В квантовом режиме, отдав последний возможный фотон излучения, электрон скачком теряет релятивистские свойства.** В таком случае:

$$E_k = \frac{m_e v^2}{2} ; p_e = m_e v.$$

На возможность такого окончания рекомбинации указывает существование красной границы внешнего фотоэффекта. Для последнего кванта энергии должно выполняться соотношение

$$E_{rmin} = m_e c^2 - \frac{m_e c^2}{\sqrt{1 + \frac{v_{min}^2}{c^2}}} = h\nu_{min}, \tag{15}$$

где

E_{rmin} – минимальный порог квантования энергии;

v_{min} – минимальная скорость рекомбинации.

Должно оставаться то минимальное количество кинетической энергии, которое необходимо для возвращения электрона на стационарную орбиту атома. В какой момент заканчивается рекомбинация энергии и начинается квантовая физика автор статьи, не знает. Но существует интересный факт, для скорости электрона на первой орбите атома Бора $v = 0,219 * 10^7 \text{ m/s}$, квант

релятивистской энергии точно равен $E_r = 13,6 \text{ eV}$ [1]. Это минимальная порция энергии необходимая для ионизации атома водорода. Ниже в статье, красным цветом, приведён рекомбинационный график квантования энергии электрона на основании данных таблицы 1, Fig.4.

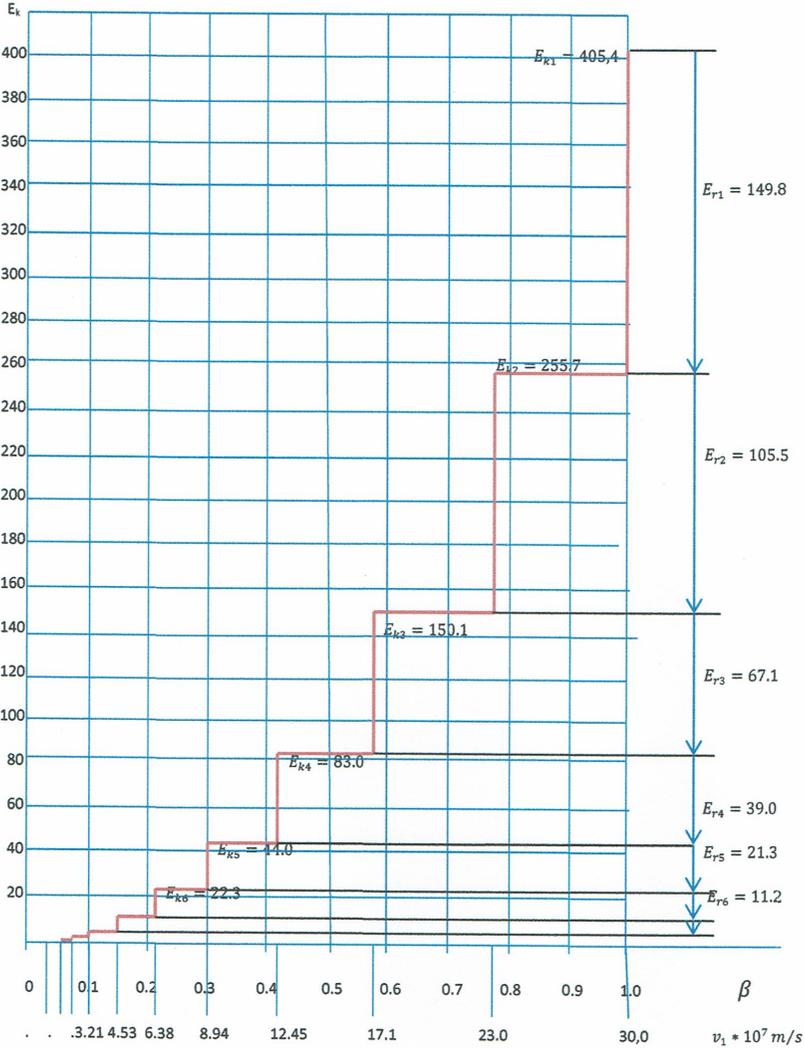


Figure 4: Квантовое изменение энергий E_k and E_r , keV.

7 Рекомбинация импульса

Запись **обобщённого** механического импульса **свободного** электрона имеет вид

$$p_e = m_e v + \frac{m_e v}{\sqrt{1 + \frac{v^2}{c^2}}} \tag{16}$$

Обобщенный импульс всегда направлен вдоль траектории движения. Энергию собственного вращения частицы ориентируют вдоль траектории движения. Такая форма записи импульса хорошо работает при определении энергетических характеристик элементарных частиц. Однако направления взаимного движения электрона и тормозного фотона данная формула описать не может. Необходимо разделять обобщенный импульс на самостоятельные геометрические части, классический импульс (\bar{p}_{si}) и релятивистский (\bar{p}_{ri}). При каждом акте рекомбинации энергии должен выполняться закон сохранения суммарного геометрического импульса системы в векторной форме, Fig.5. Импульсы связаны соотношениями:

$$\begin{aligned} \bar{p}_i &= \bar{p}_{si} + \bar{p}_{ri}; \\ \bar{p}_{\gamma i} &= \bar{p}_{si} - \bar{p}_{ri}. \end{aligned} \tag{17}$$

где \bar{p}_i – вектор суммарного геометрического импульса электрона;
 $\bar{p}_{\gamma i}$ – вектор электромагнитного импульса тормозного фотона.

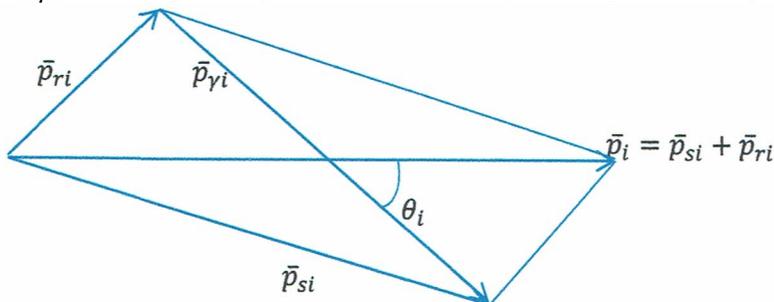


Figure 5: Диаграмма импульсов.

Из векторных соотношений (17) и формулы (16) получаем аналитическую запись импульсов для произвольного кванта энергии:

$$\begin{aligned} p_i p_{\gamma i} \cos \theta_i &= p_{si}^2 - p_{ri}^2; p_{si} = m_e v_i; p_i^2 = 2p_{si}^2 + 2p_{ri}^2 - p_{\gamma i}^2; \tag{18} \\ p_{\gamma i} &= \frac{c}{v_i} (p_{si} - p_{ri}); p_{ri} = \frac{m_e v_i}{\sqrt{1 + \frac{v_i^2}{c^2}}}; \frac{h v_i}{c} = p_{\gamma i}. \end{aligned}$$

Ниже приводится таблица 2 расчёта импульсов тормозного фотона и релятивистского электрона для первых 11 шагов рекомбинации кинетической энергии. Подлётная скорость электрона к потенциальному барьеру принимается равной скорости света. В процессе движения через потенциальный барьер электрон

осциллирует, выпуская фотоны разной энергии. Угол пересечения θ_i между векторами \vec{p}_i и $\vec{p}_{\gamma i}$, это реальный угол под которым наблюдатель регистрирует рентгеновские лучи относительно потока электронов. Релятивистские частицы совершают поступательное и вращательное движение одновременно. Полная энергия движения равна арифметической сумме энергий каждого вида. С помощью **обобщённого импульса** энергию собственного вращения центра масс искусственно укладывают вдоль траектории движения. При этом положение оси вращения не имеет принципиального значения. Для пространственной ориентации движения используют **векторную диаграмму** импульсов.

Таблица 2

| v_i^* 10^7 m/s | p_{si}^* $10^{-24} \frac{\text{kg*m}}{\text{s}}$ | p_{ri}^* $10^{-24} \frac{\text{kg*m}}{\text{s}}$ | p_i^* $10^{-24} \frac{\text{kg*m}}{\text{s}}$ | $p_{\gamma i}^*$ $10^{-24} \frac{\text{kg*m}}{\text{s}}$ | θ_i^0 degree | p_{ei}^* $10^{-24} \frac{\text{kg*m}}{\text{s}}$ |
|-------------------------------|---|---|--|---|------------------------|---|
| $v_1 -$ 30,00 | 273,00 | 193,00 | 466,00 | 80,00 | 0,00 | 466,00 |
| $v_2 -$ 23,00 | 209,30 | 166,10 | 373,65 | 56,35 | 39,6 3 | 375,40 |
| $v_3 -$ 17,10 | 155,61 | 135,19 | 289,30 | 35,82 | 55,0 4 | 290,80 |
| $v_4 -$ 12,45 | 113,30 | 104,64 | 217,11 | 20,87 | 65,3 8 | 217,94 |
| $v_5 -$ 8,94 | 81,35 | 77,97 | 158,95 | 11,34 | 72,6 2 | 159,32 |
| $v_6 -$ 6,38 | 58,06 | 56,79 | 114,70 | 5,97 | 77,7 0 | 114,85 |
| $v_7 -$ 4,53 | 41,22 | 40,76 | 81,92 | 3,05 | 81,3 2 | 81,98 |
| $v_8 -$ 3,21 | 29,21 | 29,05 | 58,24 | 1,55 | 83,8 5 | 58,26 |
| $v_9 -$ 2,27 | 20,66 | 20,60 | 41,25 | 0,78 | 85,6 6 | 41,26 |
| $v_{10} -$ 1,61 | 14,651 | 14,630 | 29,278 | 0,391 | 86,9 2 | 29,281 |
| $v_{11} -$ 1,14 | 10,374 | 10,367 | 20,740 | 0,184 | 87,8 0 | 20,741 |

В качестве тормозного поля, как правило, выступают многослойные электронные оболочки атомов. Спектр излучаемых фотонов напрямую зависит от рода вещества, в котором тормозится электрон. В рентгеновских трубках, это материал, из которого изготавливают анод. Тормозное излучение не включает в себя

характеристическое рентгеновское излучение, которое возникает внутри атома при переходе электрона с одного энергетического уровня на другой. Как может рекомбинация кинетической энергии описать перемещение электронов внутри атома, автор статьи пока не знает. На этот вопрос должна ответить квантовая физика. В статье приведена упрощённая схема квантования энергии и импульса. Такие вопросы как: влияние угла входа электрона в потенциальный барьер; спектр распределения энергии излучения по частоте; зависимость процесса рекомбинации от температуры; и т.п. в статье не рассматриваются. Все эти вопросы не должны заслонять собой основного механизма квантования энергии.

8 Выводы

1. В основе квантования электромагнитной энергии лежит **квантование кинетической энергии** электрона или другой заряженной частицы.

2. Существует **минимальная** скорость движения (v_{min}), при которой рекомбинация кинетической энергии прекращается скачком. Частица теряет релятивистские свойства. Эта скорость зависит от вида материала, в котором происходит торможение частицы и подлётной скорости. В эффекте Комптона, **на орбите атома**, электрон релятивистскими свойствами не обладает[6].

3. В диапазоне скоростей $v_{min} < v < 30 * 10^7 m/s$, полная энергия движения свободной частицы определяется на основании записи **обобщённого импульса** механической системы:

$$p = mv + \frac{mv}{\sqrt{1+\frac{v^2}{c^2}}} = |\bar{p}_s| + |\bar{p}_r| \quad ; \quad E_k = \frac{mv^2}{2} + mc^2 - \frac{mc^2}{\sqrt{1+\frac{v^2}{c^2}}}$$

Дискретность решений уравнения (14) по скорости, не допускает приближений в данных выражениях. Векторы импульсов \bar{p}_s и \bar{p}_r , это разные по своей природе вектора*, расположенные условно под углом 90^0 . Энергия вращения складывается с энергией поступательного движения.

Для скоростей электрона $v < v_{min}$ обобщённый импульс равен: $p_e = p_s = m_e v, p_r = 0$.

Данные скорости соответствуют нахождению электрона на стационарных орбитах атома, он постоянно находится в движении. Действуют законы классической механики. Вращение относительно собственного центра массы отсутствует.

4. На релятивистских скоростях движения **суммарный геометрический вектор** механических импульсов не является

достоверным носителем информации об энергии квантовой системы. Он необходим только при определении взаимного положения электрона и тормозного фотона в пространстве.

5. Вращение частицы относительно собственного центра массы в квантовой механике характеризуется термином СПИН. Это квантовое число $s = \pm \frac{1}{2}$. Роль спина в ВЕРСИИ играет **релятивистская составляющая** обобщённого импульса свободной частицы. Составляющая записывается в обобщённом виде

$$p_r = \pm \frac{mv}{\sqrt{1+\frac{v^2}{c^2}}}, \text{ различие в знаке называется когерентностью.}$$

Для отдельно взятой частицы когерентность всегда положительная. **Понятие отрицательной когерентности имеет физический смысл только при парном взаимодействии однотипных частиц с противоположными спинами.**

6. Точность решений уравнений (14) по скорости, это исключительно математическая задача. То, что удалось автору статьи просчитать отражено ниже в таблице 3.

| | | | | | | | | |
|-------------------------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|
| № quantum | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 |
| $v, * 10^7 \text{ m/s}$ | 30,000 | 23,000 | 17,100 | 12,450 | 8,940 | 6,380 | 4,530 | 3,210 |
| № quantum | 9 | 10 | 11 | 12 | 13 | 14 | 15 | 16 |
| $v, * \text{ m/s}$ | 2,270 | 1,610 | 1,140 | 0,804 | 0,5684 | 0,4025 | 0,2846 | 0,2012 |

Скорость v на 16-ом. шаге рекомбинации энергии близка к скорости вращения электрона на первой орбите атома Бора.

* П Р И М Е Ч А Н И Е: Выражение $v/\sqrt{1+\frac{v^2}{c^2}}$ является **обобщённой относительной скоростью** (Δ) в параллельной ИСО и ортогональна вектору линейной скорости v в лабораторной ИСО. Соответственно импульсы \vec{p}_s и \vec{p}_r при определении энергии располагают под углом 90° . Релятивистская частица находится в двух системах отсчёта одновременно и движется вдоль траектории по винтовой линии бесконечно малого радиуса вращения, (ВЕРСИЯ, <https://halmich.ru>).

Литература

1. Фейнман Р., Лейтон Р., Сэндс, Фейнмановские лекции по физике. Том 3: Излучение. Волны. Кванты. Перевод с английского (издание 4). – Эдиториал УРСС. – ISBN 5-354-00702-X.
2. Л.Д. Ландау, Е.М. Лифшиц, ТЕОРИЯ ПОЛЯ, издание шестое, издательство «НАУКА», 1973г.
3. А.Д. Гладун, Элементы релятивистской механики – 2-е изд. – М.; МФТИ, 2012, 37с. УДК 53.
4. Г.А. Розман, Р649 Лекции по квантовой механике – Псков: ПГПИ. 2003. – 156с, ISBN 5-87854-214-5
5. С.В. Морозов., « Релятивистская квантовая механика на кончике карандаша», 29.10.2012г, <http://www.ras.ru>, PDF.
6. М.Б. Халецкий, ВЕРСИЯ Элементарной теории относительности, 2019г., <https://halmich.ru/>, PDF.
7. М.Б. Халецкий, Эффект Комптона (ВЕРСИЯ), 2020г., <https://halmich.ru/>, PDF.
8. Google, X – ray frequency range, COSMOS - The SAO Encyclopedia of Astronomy, <https://astronomy.swin.edu.au/cosmos/X/X-rays>.
9. Тормозное излучение (Bremsstrahlung Radiation). <http://nuclphys.sinp.msu.ru/enc/e166.htm>

Теплов А.И.

МАЯТНИК ФУКО. Всемирный Закон сохранения пространственной ориентации на примере маятника Фуко.

Аннотация

Физика эффекта маятника Фуко до настоящего времени не имеет убедительного достоверного физического толкования. В настоящей статье автор показывает, что истинная природа ориентации плоскости качания маятника Фуко подчинена Закону сохранения пространственной ориентации тел на вращающихся объектах.

Содержание

1. Введение.
 2. Открытие эффекта маятника Фуко.
 3. Физическая природа сохранения плоскости качания маятника Фуко.
 4. Заключение.
- Литература

1. Введение

Любой закон, существующий в природе, является Всемирным, то есть, при одинаковых условиях проявляется одинаково. Потому в данной статье я мог бы и не делать акцент на том, что названный закон является Всемирным. Однако, широкий спектр его проявлений в различных научных сферах дает ему более широкое право характеризовать его как «Всемирный». Это Закон сохранения пространственной ориентации элементами вращающихся объектов [1].

Коротко этот закон можно выразить следующей формулировкой:

Любое тело, являющееся частью или элементом вращающегося объекта, связанное с ним контактными (механическими) связями (соединениями, сцеплениями), вынуждающими это тело вращаться с этим объектом, стремится сохранить свое инерциальное состояние, которое оно имело бы при отсутствии этих сил принуждения со стороны вращающегося объекта.

Другими словами: имея степени свободы, тело, как и все составные элементы вращающегося объекта, стремилось бы сохранить свою предыдущую пространственную ориентацию с тенденцией инерциального состояния (движения) без какого-либо принудительного механического воздействия.

Любой объект состоит из каких бы то ни было составных элементов, которые каким-либо образом связаны меж собой (с различной прочностью) связями, ограничивающими степени свободы друг друга. Так вот, действие названного закона (Сохранения пространственной ориентации) как раз и распространяется на эти составляющие элементы вращающегося тела, вращающегося объекта.

В настоящей статье этот закон позволит нам объяснить физику эффекта поворота плоскости качания маятника Фуко, используемого до настоящего времени в качестве наглядного пособия, подтверждающего вращение Земли.

2. Открытие эффекта маятника Фуко.

8 января 1851 года в подвале своего дома французский исследователь Леон Фуко обратил внимание на то, что качающийся маятник, так же как и механический гироскоп (известный ему ранее) не изменяет направление качания подвешенного на нити груза при вращении основания, на котором размещено устройство с подвеской маятника. [2].

Смещением качания маятника Л. Фуко демонстрировал эксперимент, подтверждающий вращение Земли. Первая публичная демонстрация эксперимента состоялась в марте 1851 года в Парижском пантеоне. За час плоскость колебаний маятника поворачивалась более чем на 11° .

3. Физическая природа сохранения плоскости качания маятника Фуко.

В настоящей работе мы не будем подвергать анализу и критике современные существующие теории. Оставим это на совесть авторов толкований, путаница в которых свидетельствует лишь об отсутствии достоверного понимания физической природы явления. Впрочем, в этом нет ничего удивительного, так как до настоящего времени остается практически не известен науке Закон сохранения пространственной ориентации элементов вращающихся объектов. [1].

Действие настоящего закона не распространяется на элементы, отделившиеся, освободившиеся, от вращающегося объекта, так как в этом случае такие элементы подчинены Закону сохранения инерциального вращения при их отделении, отрыве [3].

Маятник Фуко состоит из двух частей. Первая - это опора с кронштейном. И вторая часть – груз, то есть сам маятник, подвешенный на мягкой связи (нитка, веревка, трос) к верхней части этой опоры, т.е. к кронштейну. Ну, а висит груз маятника за счет его притяжения к земле. И в спокойном висячем состоянии этот груз находится в устойчивом равновесии ближе всего к земле. При этом «нить», или подвес маятника, под грузом перпендикулярен земле. При отведении груза в сторону – он становится выше своей стабильной нижней точки. Когда мы его отпускаем – груз, падая к своей нижней точке притяжения, проскакивает ее по инерции. И так он будет колебаться, за счет притяжения к центру Земли, в плоскости качания, до тех пор, пока не остановится, уменьшая амплитуду колебаний, в точке исходного покоя.

Следует сразу же заметить, что этот свободно подвешенный груз имеет две степени свободы, в отличие от маятника в часах, который, имея одну степень свободы, может качаться только в одной плоскости. Маятник же Фуко может качаться в любом первоначально заданном направлении качания. При этом, как мы уже отмечали, он независим от поворотов под ним опоры. Значит, плоскость качания маятника всегда сохраняет свою первоначальную ориентацию.

Однако, так как наша Земля - шар, то опора под маятником может быть установлена в любой его точке: на полюсах, на экваторе и на любой широте.

Так он будет вести себя (то есть качаться) в любой точке земной поверхности, где бы мы не разместили опору (основание) маятника.

Разместим маятник со своей опорой, например, на северном полюсе. Приведем маятник в движение, в колебания. Если бы конструкция маятника позволяла повернуть опору, основание под ним, то заметили бы, что плоскость качания маятника не изменилась по отношению к окружающим объектам, как в первом эксперименте у Фуко. Но «возвратим» основание на прежнее место под маятником и, не поворачивая, оставим его неподвижно на земле.

Через некоторое время (считая колебания незатухающими) заметим, что плоскость колебания маятника поворачивается относительно основания и земли. Заметим, что плоскость качания маятника реагирует только на те повороты опоры (основания), которые происходят в плоскости перпендикулярной отвесу маятника. На экваторе это основание, опора, перпендикулярна подвесу маятника, который так же, как и на полюсах, направлен к центру Земли. Приведем маятник в движение (колебание) в любом направлении. Повернем под ним основание маятника. Плоскость колебания маятника относительно основания будет, как и на полюсе, поворачиваться. Возвратим основание под маятником на место и оставим неподвижным на земле. Маятник относительно опоры, стоящей неподвижно на земле, здесь, на экваторе, в отличии от полюса, не изменяет направление плоскости качания. Весь маятник (вместе со всей оперой, стоящей на земле) вращается вместе с Землей. Но на это вращение маятник не реагирует, так как для него это вращение вертикальное. Для этого движения у маятника (в «механизме» маятника) нет степени свободы.

Вращение земной поверхности относительно плоскости качания вертикально подвешенного маятника появляется только с перемещением его от экватора в сторону полюса. На самом полюсе плоскость маятника сделала бы полный оборот за 24 часа. Закону сохранения пространственной ориентации подчиняется и сам груз, просто висящий неподвижно. Но качающийся груз подчеркивает Закон более наглядно, исключая или уменьшая вредные влияния: в первую очередь, трение подвеса, скручивание/раскручивание «нити» подвеса (провода, троса) и предыдущие инерциальные воздействия на груз (которым, кстати, может быть любой предмет любой формы и веса).

То есть, плоскость качания маятник Фуко подчиняется всемирному Закону сохранения пространственной ориентации

элементами вращающихся объектов [1]. В этом и состоит физическая природа сохранения плоскости качания маятника Фуко.

Мудрость Л. Фуко состоит в том, что он лабораторный эксперимент (с поворотом опоры под качающимся маятником) использовал для доказательства вращения Земного шара.

4. Заключение

Маятник Фуко - это частный случай, частный пример проявления закона Сохранения пространственной ориентации.

Автором уже рассматривались некоторые из них, имеющие место в геофизике. Например, возникновение течений в «закрытых» неподвижных водоемах, типа: озер, морей, океанов [4, 5]. Под действием существования этого Закона вода в этих водоемах подвижна со дня рождения этих водоемов. То есть, в этих водоемах на вращающейся Земле появились течения. Эти течения уже и является основой зарождения в «закрытых» водоемах сил Кориолиса, которые могут «подтачивать», подмывать и какие-то береговые линии. [4, 5].

Однако, полагаю, что сравнивать маятник Фуко с механическим гироскопом - не совсем корректно, так как у гироскопа основой стабилизации, сохранения пространственной ориентации, является быстро вращающийся механизм (а не свободное качание тяжелого подвеса). Гироскоп компактен. [7]. Поэтому маятник Фуко и не нашел пока практического, прикладного, применения, оставаясь наглядным пособием.

Итак, эффект маятника Фуко наблюдается хорошо в высоких широтах северного и южного полушария Земного шара (максимальное проявление – на полюсах) и абсолютно отсутствует на экваторе. Хотя Земной шар не останавливает своего вращательного движения. Если бы на грузе маятника Фуко закрепить гироскоп с двумя степенями свободы, то он изменял бы направление вместе с плоскостью качания маятника в любой точке Земного шара. То есть, и маятник, и гироскоп работали бы синхронно на любой широте Земли, и даже на экваторе. Максимальное же проявление Закона сохранения пространственной ориентации на экваторе Земного шара наблюдается, например, в тектонике литосферных плит. [6].

В то же время маятник Фуко служит еще одним наглядным примером проявления Закона сохранения пространственной ориентации в природе. Этот Закон может быть причастен и к таким

загадочным явлениям на Земле, как «голоса земли», движение камней в «Долине Смерти», полтергейст и другие. [8,9].

Литература

1. Теплов А.И. Закон сохранения пространственной ориентации элементами вращающихся объектов. Журнал ДНА, № 46, 2019 (с.122), <http://dna.izdatelstwo.com/volum/24819837.pdf> ,
<http://dna.izdatelstwo.com/VolumeRef/volume46.htm>
2. Маятник Фуко. Википедия
3. Теплов А.И. Закон сохранения инерциального вращения каждым элементом тела при его делениях. Журнал ДНА, № 46, 2019 (с.111) <http://dna.izdatelstwo.com/volum/24819837.pdf>,
<http://dna.izdatelstwo.com/VolumeRef/volume46.htm>
4. Теплов А.И. Природа формирования крупномасштабных течений океанов и морей. Журнал ДНА, № 48, 2020, <http://dna.izdatelstwo.com/volum/DNA.48.000.pdf>
5. Теплов А.И. Загадочные явления озера Байкал. Открытия секретов. Журнал ДНА № 50, 2020 (с. 23), <http://dna.izdatelstwo.com/volum/DNA.50.000.pdf>
6. Теплов А.И. Физика тектоники литосферных плит Земли. Журнал ДНА, № 46, 2019, (с.152), <http://dna.izdatelstwo.com/volum/24819837.pdf>,
<http://dna.izdatelstwo.com/VolumeRef/volume46.htm>
7. Википедия. Гироскоп. <https://ru.wikipedia.org/wiki/>
8. Википедия. Аномальные звуковые явления в природе.
9. Раскрыт секрет движущихся камней в Долине Смерти, <https://nat-geo.ru/planet/raskryt-sekret-dvizhushchikhsya-kamney-v-doline-smerti/>

Кочетков В.Н.

Попытка обоснования невозможности подтверждения теории эфира с помощью эксперимента Майкельсона-Морли

Аннотация

В статье делается попытка с помощью механической модели поставить под сомнение возможность подтверждения теории эфира с помощью эксперимента Майкельсона-Морли

Содержание

1. Введение
 2. Механическая модель экспериментальной установки Майкельсона-Морли
 3. Механическая модель в подвижной инерциальной системе отсчета $O'x'y'z'$
 4. Механическая модель в неподвижной инерциальной системе отсчета $Oxyz$
 5. Вывод
 6. Заключение
- Литература

1. Введение

С целью подтверждения гипотезы эфира А.А. Майкельсон [1], [2], [3], [4], [5], [6] предложил не прямое измерение скорости света в неподвижном эфире, а определение отношения величин скорости света в двух взаимно перпендикулярных направлениях в системе отсчета, движущейся относительно неподвижного эфира.

Предложенный А.А. Майкельсоном метод проведения опыта [7], использующего явление интерференции света, должен был позволить зарегистрировать движение Земли относительно неподвижного эфира, если бы свет распространялся в эфире.

Для проведения опытов А.А. Майкельсон применял интерферометр, принципиальная схема работы которого изображена на рис. 1.

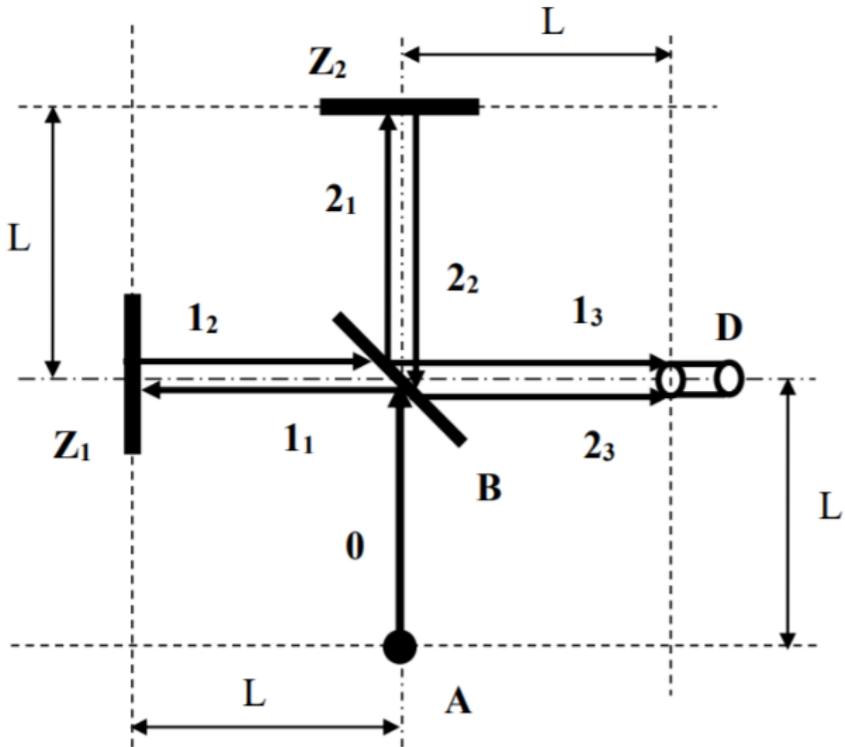


Рис. 1.

Луч **0** монохроматического света [1], [2], [3], [4], [5], [6], [7], [8], [9], [10], [11], [12], [13], [14] от источника **A** попадает под углом α , равном 45° , на плоскопараллельную стеклянную пластинку **B** (задняя поверхность которой покрыта тонким полупрозрачным слоем серебра), при этом часть этого света отражается от пластинки **B** (луч **11**), а часть проходит сквозь пластинку **B** (луч **21**).

Затем луч **11** отражается от плоского зеркала **Z1**, как луч **12** частично проходит сквозь пластинку **B** и в виде луча **13** попадает в телескоп **D**.

А луч **21** (проходя через компенсационную пластинку, непоказанную на рис.1) отражается от плоского зеркала **Z2**, как луч **22** возвращается к пластинке **B** и частично отражается от посеребренной поверхности пластинки **B**, а также в виде луча **23** попадает в телескоп **D**.

Таким образом, в телескопе **D** встречаются две части (лучи **1₃** и **2₃**) одного и того же луча **0** света от источника **A**.

Так как лучи **1₃** и **2₃** когерентны, то в телескопе **D** можно наблюдать интерференционную картину (светлые и темные полосы).

Интерференционная картина в телескопе **D** должна меняться при изменении интервалов времени прохождения лучей **1₁**, **1₂** и **1₃** пути **B - Z₁ - B - D** (от пластинки **B** к пластинке **B** через зеркало **Z₁** в телескоп **D**) и лучей **2₁**, **2₂** и **2₃** пути **B - Z₂ - B - D** (от пластинки **B** к пластинке **B** через зеркало **Z₂** в телескоп **D**).

Все оптические части интерферометра Майкельсона (источник света **A**, пластинка **B**, зеркала **Z₁** и **Z₂** и телескоп **D**) жестко закреплены на крестообразной металлической раме [1], [2], [3].

Также источник света **A**, зеркало **Z₁**, зеркало **Z₂** и телескоп **D** находятся на равном расстоянии **L** от центра пластинки **B**.

Результатом эксперимента Майкельсона-Морли стало отсутствие изменений интерференционной картины в телескопе **D**.

На мой взгляд, одним из слабых моментов оценки результатов эксперимента Майкельсона-Морли является невыполнение законов сохранения энергии и импульса замкнутой системы, в том числе при нецентральной взаимодействии светового потока с пластинкой **B**, перемещающейся в пространстве относительно возможного неподвижного эфира и плоскость которой находится под углом α , равном 45° .

2. Механическая модель экспериментальной установки Майкельсона-Морли

Идея механической модели заключается в том, что в экспериментальной установке Майкельсона-Морли из источника (света) **A** по пути луча **0** в направлении пластинки **B** излучается не световой поток, а вылетает тело **R**, имеющее массу **m** и скорость **v** поступательного движения.

Также в механической модели предполагается, что экспериментальная установка Майкельсона-Морли имеет массу **M**, причем:

$$\frac{m}{M} \rightarrow 0 \quad (1)$$

Механическая модель используется для определения скоростей движения тела **R** в направлении лучей **1₁**, **1₂**, **1₃**, **2₁**, **2₂**, **2₃** и оценки времени попадания тела **R** в телескоп **D** при движении тела **R** по пути лучей **1₁**, **1₂**, **1₃** и **2₁**, **2₂**, **2₃** соответственно.

Рассмотрение механической модели происходит в двух

инерциальных системах отсчета:

- неподвижной $Oxyz$, у которой ось x параллельна линии, соединяющей центры зеркала Z_1 , пластинки B и телескопа D , а ось y параллельна линии, соединяющей центры зеркала Z_2 , пластинки B и источник A ;

- подвижной $O'x'y'z'$, у которой оси x' , y' , z' параллельны осям x , y , z неподвижной системы отсчета $Oxyz$ соответственно, и которая движется со скоростью V относительно неподвижной системы отсчета $Oxyz$ вдоль оси y в направлении от источника A к зеркалу Z_2 .

Также примем, что в неподвижной системе отсчета $Oxyz$:

- тело R движется от источника A к пластинке B со скоростью c ,

- механическая модель экспериментальной установки движется со скоростью V в направлении движения тела R от источника A .

То есть подвижная система отсчета $O'x'y'z'$ выбирается таким образом, чтобы в ней механическая модель экспериментальной установки (естественно кроме тела R) находилась бы в состоянии покоя.

3. Механическая модель в подвижной инерциальной системе отсчета $O'x'y'z'$

В подвижной инерциальной системе отсчета $O'x'y'z'$:

- механическая модель экспериментальной установки (естественно кроме тела R) находилась бы в состоянии покоя,

- тело R движется от источника A к пластинке B по лучу 0 со скоростью v_0' , равной:

$$v_0' = c - V \quad (2)$$

Учитывая то, что:

- масса m тела R является бесконечно малой по сравнению с массой M экспериментальной установки,

- столкновение тела R , движущегося по ходу луча 0 , с пластинкой B происходит под углом α , равном:

$$\alpha = 45^\circ \quad (3)$$

Предполагая то, что столкновение тела R с пластинкой B и зеркалами Z_1 и Z_2 носит абсолютно упругий характер без скольжения, можно получить, что:

- скорость v_{11}' движения тела R по лучу 1_1 , будет равна:

$$v_{11}' = -(c - V) \quad (4)$$

- скорость v_{12}' движения тела R по лучу 1_2 , будет равна:

$$v'_{12} = c - V \quad (5)$$

- скорость v'_{13} движения тела **R** по лучу **1₃**, будет равна:

$$v'_{13} = c - V \quad (6)$$

- скорость v'_{21} движения тела **R** по лучу **2₁**, будет равна:

$$v'_{21} = c - V \quad (7)$$

- скорость v'_{22} движения тела **R** по лучу **2₂**, будет равна:

$$v'_{22} = -(c - V) \quad (8)$$

- скорость v'_{23} движения тела **R** по лучу **2₃**, будет равна:

$$v'_{23} = c - V \quad (9)$$

- расстояние l'_{11} , пройденное телом **R** по лучу **1₁**, расстояние l'_{12} , пройденное телом **R** по лучу **1₂**, расстояние l'_{13} , пройденное телом **R** по лучу **1₃**, расстояние l'_{21} , пройденное телом **R** по лучу **2₁**, расстояние l'_{22} , пройденное телом **R** по лучу **2₂**, расстояние l'_{23} , пройденное телом **R** по лучу **2₃**, будут равны:

$$l'_{11} = l'_{12} = l'_{13} = l'_{21} = l'_{22} = l'_{23} = L \quad (10)$$

- время t'_{11} движения тела **R** по лучу **1₁**, время t'_{12} движения тела **R** по лучу **1₂**, время t'_{13} движения тела **R** по лучу **1₃**, время t'_{21} движения тела **R** по лучу **2₁**, время t'_{22} движения тела **R** по лучу **2₂**, время t'_{23} движения тела **R** по лучу **2₃**, будут равны:

$$t'_{11} = t'_{12} = t'_{13} = t'_{21} = t'_{22} = t'_{23} = \frac{L}{c - V} \quad (11)$$

Используя формулу (11), можно отметить, что в подвижной инерциальной системе отсчета **O'x'y'z'** тело **R** за равное время пройдет путь **B - Z₁ - B - D** (от пластинки **B** к пластинке **B** через зеркало **Z₁** в телескоп **D**) по лучам **1₁**, **1₂** и **1₃** и путь **B - Z₂ - B - D** (от пластинки **B** к пластинке **B** через зеркало **Z₂** в телескоп **D**) по лучам **2₁**, **2₂** и **2₃**.

4. Механическая модель в неподвижной инерциальной системе отсчета **Oxyz**

В неподвижной инерциальной системе отсчета **Oxyz**:

- тело **R** движется от источника **A** к пластинке **B** по лучу **0** со скоростью v_0 , равной:

$$v_0 = c \quad (12)$$

- механическая модель экспериментальной установки (естественно кроме тела **R**), имеющая массу **M**, движется со скоростью **V** в направлении движения тела **R** от источника **A**.

Для расчета используем то, что:

- масса **m** тела **R** является бесконечно малой по сравнению

массой M экспериментальной установки,

- столкновения тела R , движущегося по ходу лучей 0 и 2_2 , с пластинкой B происходят под углом α , равном:

$$\alpha = 45^\circ \quad (3)$$

Предполагая то, что столкновения тела R с зеркалом Z_2 и пластинкой B носят абсолютно упругий характер без скольжения, можно получить, что:

- скорость v_{21} движения тела R по лучу 2_1 , будет равна:

$$v_{21} = c \quad (13)$$

- расстояние l_{21} , пройденное телом R по лучу 2_1 , будет равно:

$$l_{21} = L + Vt_{21} = ct_{21} \quad (14)$$

- время t_{21} движения тела R по лучу 2_1 , будет равно:

$$t_{21} = \frac{L}{c - V} \quad (15)$$

- в связи тем, что при столкновении тела R с зеркалом Z_2 , движущимся со скоростью V , количество движения тела R сначала уменьшается с значения mc до mV , а затем увеличивается с mV до значения $-m(c-2V)$, скорость v_{22} движения тела R по лучу 2_2 , будет равна:

$$v_{22} = -c + 2V \quad (16)$$

- расстояние l_{22} , пройденное телом R по лучу 2_2 , будет равно:

$$l_{22} = L - Vt_{22} \quad (17)$$

- время t_{22} движения тела R по лучу 2_2 , будет равно:

$$t_{22} = \frac{L}{c - V} \quad (18)$$

- в связи тем, что при столкновении тела R , движущегося со скоростью v_{22} со стороны зеркала Z_2 (луч 2_2), с пластинкой B , движущейся со скоростью V и поверхность которой наклонена на угол $\alpha = 45^\circ$ к лучу 2_2 , проекция количество движения тела R на нормаль к поверхности пластинки B сначала уменьшается с значения $mv_{22\eta}$ до mV_η , а затем увеличивается с mV_η до значения $mv_{23\eta}$, учитывая значение угла α , нормальная проекция $v_{22\eta}$ скорости v_{22} движения тела R по лучу 2_2 , тангенциальная проекция $v_{22\tau}$ скорости v_{22} движения тела R по лучу 2_2 , нормальная проекция V_η скорости V движения пластинки B , тангенциальная проекция V_τ скорости V движения пластинки B , нормальная проекция $v_{23\eta}$ скорости v_{23} движения тела R по лучу 2_3 , тангенциальная проекция $v_{23\tau}$ скорости v_{23} движения тела R по лучу 2_3 , будут равны:

$$v_{22\eta} = - \frac{c - 2V}{\sqrt{2}} \quad (19)$$

$$v_{22\tau} = v_{23\tau} = -\frac{c - 2V}{\sqrt{2}} \quad (20)$$

$$V_{\eta} = \frac{V}{\sqrt{2}} \quad (21)$$

$$V_{\tau} = \frac{V}{\sqrt{2}} \quad (22)$$

$$v_{23\eta} = \frac{c}{\sqrt{2}} \quad (23)$$

$$v_{23} = \sqrt{c^2 - [4V(c - V)\text{Sin}\alpha]} = \sqrt{c^2 - 2V(c - V)} \quad (24)$$

- расстояние l_{23} , пройденное телом **R** по лучу 2_3 , будет равно:

$$l_{23} = \sqrt{L^2 + V^2 t_{23}^2} = L \frac{\sqrt{c^2 - 2V(c - V)}}{c - V} \quad (25)$$

- время t_{23} движения тела **R** по лучу 2_3 , будет равно:

$$t_{23} = \frac{L}{c - V} \quad (26)$$

Предполагая то, что столкновения тела **R** с пластинкой **B** и зеркалом Z_1 носят абсолютно упругий характер без скольжения, можно получить, что:

- в связи тем, что при столкновении тела **R**, движущегося со скоростью v_0 со стороны источника **A** (луч 0), с пластинкой **B**, движущейся со скоростью **V** и поверхность которой наклонена на угол $\alpha = 45^\circ$ к лучу 0 , проекция количество движения тела **R** на нормаль к поверхности пластинки **B** сначала уменьшается с значения mv_0 до mV_{η} , а затем увеличивается с mV_{η} до значения $mv_{1\eta}$, учитывая значение угла α , нормальная проекция $v_{0\eta}$ скорости v_0 движения тела **R** по лучу 0 , тангенциальная проекция $v_{0\tau}$ скорости v_0 движения тела **R** по лучу 0 , нормальная проекция V_{η} скорости **V** движения пластинки **B**, тангенциальная проекция V_{τ} скорости **V** движения пластинки **B**, нормальная проекция $v_{1\eta}$ скорости v_{11} движения тела **R** по лучу 1_1 , тангенциальная проекция $v_{1\tau}$ скорости v_{11} движения тела **R** по лучу 1_1 , будут равны:

$$v_{0\eta} = \frac{c}{\sqrt{2}} \quad (27)$$

$$v_{0\tau} = v_{11\tau} = \frac{c}{\sqrt{2}} \quad (28)$$

$$V_{\eta} = \frac{V}{\sqrt{2}} \quad (29)$$

$$V_{\tau} = \frac{V}{\sqrt{2}} \quad (30)$$

$$v_{11\eta} = -\frac{c - 2V}{\sqrt{2}} \quad (31)$$

$$v_{11} = -\sqrt{c^2 - 2V(c - V)} \quad (32)$$

- расстояние l_{11} , пройденное телом **R** по лучу 1_1 , будет равно:

$$l_{11} = \sqrt{L^2 + V^2 t_{11}^2} = L \frac{\sqrt{c^2 - 2V(c - V)}}{c - V} \quad (33)$$

- время t_{11} движения тела **R** по лучу 1_1 , будет равно:

$$t_{11} = \frac{L}{c - V} \quad (34)$$

- в связи тем, что при столкновении тела **R** с зеркалом **Z**₁, движущимся со скоростью **V** без смещения поверхности по оси **x**, скорость v_{12} движения тела **R** по лучу 1_2 , будет равна:

$$v_{12} = \sqrt{c^2 - 2V(c - V)} \quad (35)$$

- расстояние l_{12} , пройденное телом **R** по лучу 1_2 , будет равно:

$$l_{12} = \sqrt{L^2 + V^2 t_{12}^2} = L \frac{\sqrt{c^2 - 2V(c - V)}}{c - V} \quad (36)$$

- время t_{12} движения тела **R** по лучу 1_2 , будет равно:

$$t_{12} = \frac{L}{c - V} \quad (37)$$

- скорость v_{13} движения тела **R** по лучу 1_3 , будет равна:

$$v_{13} = \sqrt{c^2 - [4V(c - V)\text{Sin}\alpha]} = \sqrt{c^2 - 2V(c - V)} \quad (38)$$

- расстояние l_{13} , пройденное телом **R** по лучу 1_3 , будет равно:

$$l_{13} = \sqrt{L^2 + V^2 t_{13}^2} = L \frac{\sqrt{c^2 - 2V(c - V)}}{c - V} \quad (39)$$

- время t_{13} движения тела **R** по лучу 1_3 , будет равно:

$$t_{13} = \frac{L}{c - V} \quad (40)$$

Используя формулы (15), (18), (26), (34), (37), (40), можно отметить, что в неподвижной инерциальной системе отсчета **Oxyz** тело **R** за равное время пройдет путь **B - Z**₁ - **B - D** (от пластинки **B** к пластинке **B** через зеркало **Z**₁ в телескоп **D**) по лучам 1_1 , 1_2 и 1_3 и путь **B - Z**₂ - **B - D** (от пластинки **B** к пластинке **B** через зеркало **Z**₂ в телескоп **D**) по лучам 2_1 , 2_2 и 2_3 .

5. ВЫВОД

В механической модели экспериментальной установки Майкельсона-Морли в неподвижной **Oxyz** и подвижной **O'x'y'z'** инерциальных системах отсчета тело **R** за равное время пройдет путь

B - Z₁ - B - D (от пластинки **B** к пластинке **B** через зеркало **Z₁** в телескоп **D**) по лучам **1₁**, **1₂** и **1₃** и путь **B - Z₂ - B - D** (от пластинки **B** к пластинке **B** через зеркало **Z₂** в телескоп **D**) по лучам **2₁**, **2₂** и **2₃**.

Что может объяснить отсутствие изменений интерференционной картины в телескопе **D** при проведении эксперимента Майкельсона-Морли.

6. Заключение

Предложенная к рассмотрению механическая модель может позволить объяснить результаты экспериментов, полученные на установке Майкельсона-Морли, без применения специальной теории относительности.

Также механическая модель может быть использована для создания модели эфира, отвечающей результатам, полученным на экспериментальной установке Майкельсона-Морли.

Литература

1. Albert A. Michelson, The relative motion of the Earth and the Luminiferous ether, The American Journal of Science, 1881, III series, vol. XXII, № 128, p. 120—129.
2. Conference on the Michelson–Morley experiment, Held at the Mount Wilson Observatory, Pasadena, California, February 4 and 5, 1927.
3. Дэвид Бом, Специальная теория относительности, Мир, Москва, 1967.
4. Боргман И.И., Новые идеи в физике, Сборник третий, Образование, Санкт-Петербург, 1912.
5. Бейзер А., Основные представления современной науки, Атомиздат, Москва, 1973.
6. Детлаф А.А., Яворский Б.М., Курс физики, том 3, Высшая школа, Москва, 1979.
7. Угаров В.А., Специальная теория относительности, Наука, Москва, 1977.
8. Соколовский Ю.И., Теория относительности в элементарном изложении, Наука, Москва, 1964.
9. Бергман П.Г., Введение в теорию относительности, Иностранная литература, Москва, 1947.
10. Макс Борн, Эйнштейновская теория относительности, Мир, Москва, 1972.
11. Академик Л.И. Мандельштам, Лекции по оптике, теории относительности и квантовой механике, Наука, Москва, 1972.

12. Эфирный ветер, Сборник статей под редакцией В.А. Ацюковского, Энергоатомиздат, Москва, 2011.
13. Франкфурт У.И., Специальная и общая теория относительности, Наука, Москва, 1968.
14. Меллер К., Теория относительности, Атомиздат, Москва, 1975.

Хмельник С.И.

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

Волновое уравнение - НЕ уравнение электромагнитной волны

Аннотация

Показывается, что волновое уравнение только в первом приближении можно считать уравнением электромагнитной волны, и для нее предлагается новое уравнение, которое также следует из системы уравнений Максвелла. В этом уравнении демонстрируется строгое соблюдение закона сохранения энергии, сдвиг фаз между электрическими и магнитными напряженностями, преобразование энергии из магнитной в электрическую и обратно, закрученность электромагнитной волны.

Прежде всего заметим, что система уравнений Максвелла (СУМ) является системой дифференциальных уравнений и поэтому может иметь множество правильных математических решений. Среди них могут быть такие, которые соответствуют экспериментам и физическим законам, и такие, которые противоречат экспериментам и физическим законам. Волновое уравнение – из числа последних.

Решение СУМ для вакуума должно

1. не противоречить закону сохранения энергии **в каждый момент времени**, т.е. устанавливают постоянство плотности потока электромагнитной энергии во времени,
2. демонстрировать **сдвиг фаз** между электрическими и магнитными напряженностями,
3. демонстрировать **преобразование энергии** из магнитной в электрическую и обратно,
4. объяснять **закрученность света**, т.е. появление орбитального углового момента, при котором поток энергии не просто летит вперед, а крутится вокруг оси движения.

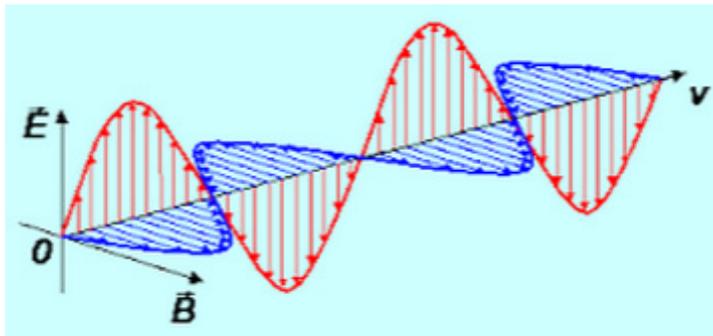


Рис. 1.

Однако решение в виде волнового уравнения

1. противоречит закону сохранения энергии, т.к. в нем поток энергии изменяется во времени и сохраняет свою величину только в среднем, что в принципе нельзя считать соблюдением закона сохранения – см. рис. 1;

2. демонстрирует синфазность электрической и магнитной напряженностей – см. рис. 1;

3. не объясняет закрученность света,

В [1] найдено решение уравнений Максвелла для вакуума в **цилиндрической** системе координат $\{r, \varphi, z\}$, которое имеет следующий вид:

$$H_r = h_r(r) \mathbf{co}, \tag{1}$$

$$H_\varphi = h_\varphi(r) \mathbf{si}, \tag{2}$$

$$H_z = h_z(r) \mathbf{si}, \tag{3}$$

$$E_r = e_r(r) \mathbf{si}, \tag{4}$$

$$E_\varphi = e_\varphi(r) \mathbf{co}, \tag{5}$$

$$E_z = e_z(r) \mathbf{co}, \tag{6}$$

где

$$\mathbf{co} = \cos(\alpha\varphi + \chi z + \omega t), \tag{7}$$

$$\mathbf{si} = \sin(\alpha\varphi + \chi z + \omega t), \tag{8}$$

$$\chi = \omega\sqrt{\mu\epsilon}/c, \tag{9}$$

$$e_z(r) = 0, \tag{10}$$

$$h_z(r) = 0, \tag{11}$$

$$e_r(r) = e_\varphi(r) = 0.5Ar^{(\alpha-1)}, A - \text{const}, \tag{12}$$

$$h_\varphi(r) = \sqrt{\frac{\epsilon}{\mu}} e_r(r), \tag{13}$$

$$h_r(r) = -\sqrt{\frac{\epsilon}{\mu}} e_r(r), \tag{14}$$

$A, \alpha, \omega - \text{const.}$

Эта же система уравнений в прямоугольной системе координат $\{x, y, z\}$ имеет вид

$$E_x = e_x \sin((\alpha + 1)\varphi + \chi z + \omega t), \quad (15)$$

$$E_y = e_y \cos((\alpha - 1)\varphi + \chi z + \omega t), \quad (16)$$

$$H_x = h_x \cos((\alpha + 1)\varphi + \chi z + \omega t), \quad (17)$$

$$H_y = h_y \sin((\alpha - 1)\varphi + \chi z + \omega t), \quad (18)$$

где

$$e_x(r) = e_y(r) = 0.5Ar^{(\alpha-1)}, \quad (19)$$

$$h_x(r) = h_y(r) = -\sqrt{\frac{\varepsilon}{\mu}} e_x(r), \quad (20)$$

$$r = \sqrt{x^2 + y^2}, \quad (21)$$

$$\varphi = \arctg(y/x). \quad (22)$$

В этих решениях

- плотность потока энергии вдоль координаты \mathbf{z} на каждом радиусе \mathbf{r} сохраняет свое значение в каждый момент времени – соблюдается закон сохранения энергии,
- геометрическим местом точек равной напряженности (магнитной или электрической) на каждом радиусе является спираль – см. рис. 2
- наблюдается сдвиг фаз между электрическими и магнитными напряженностями – см. рис. 3,
- наблюдается закрученность электромагнитной волны – см. рис. 4.

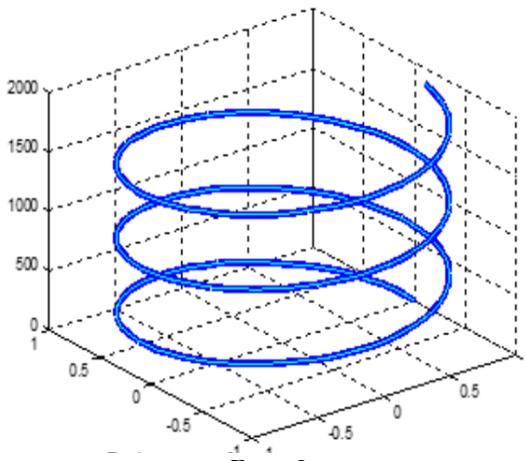


Рис. 2.

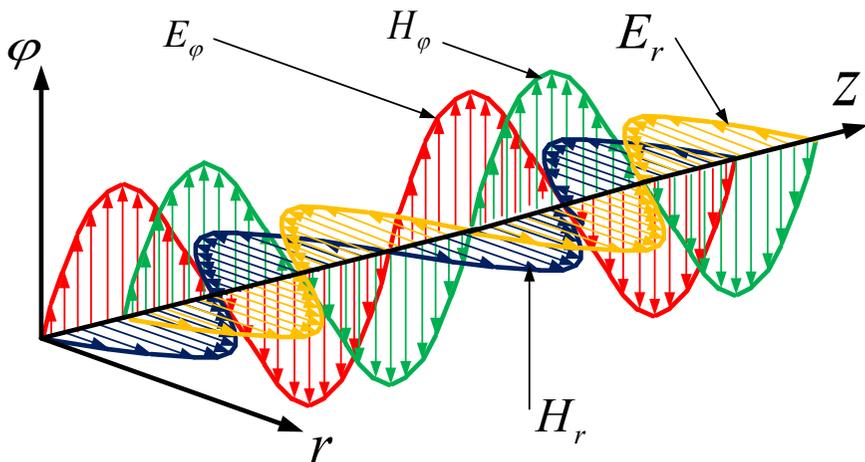


Рис. 3.

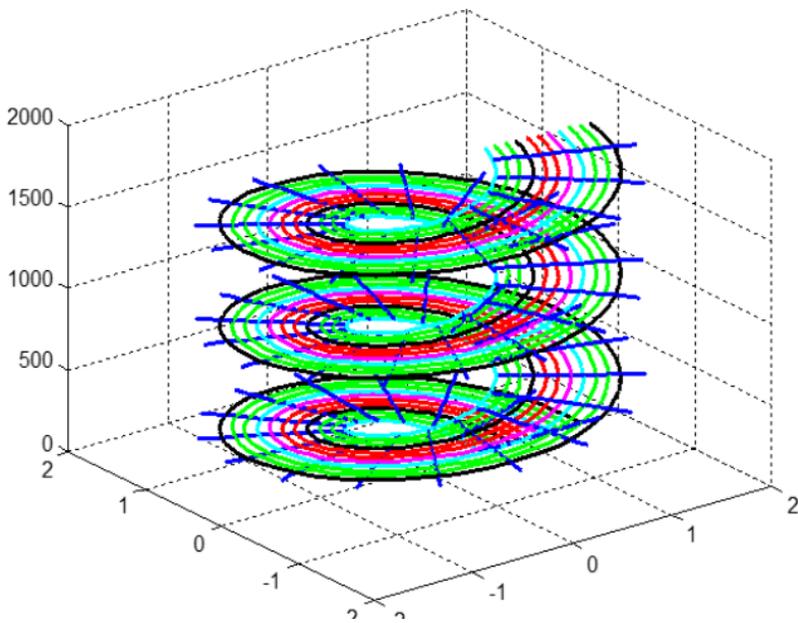


Рис. 4.

Рассмотрим еще сферическую систему координат $\{\rho, \theta, \varphi\}$. В этом случае решение уравнений Максвелла для вакуума в дальней зоне имеет следующий вид:

$$E_\varphi = e_\varphi Kh(\rho, \theta) \sin(\alpha \varphi + \chi \rho + \omega t), \tag{23}$$

$$E_\theta = e_\theta Kh(\rho, \theta) \cos(\alpha \varphi + \chi \rho + \omega t), \tag{24}$$

$$E_\rho = \mathbf{0}, \tag{25}$$

$$H_\varphi = h_\varphi \text{Kh}(\rho, \theta) \cos(\alpha \varphi + \chi \rho + \omega t), \quad (26)$$

$$H_\theta = h_\theta \text{Kh}(\rho, \theta) \sin(\alpha \varphi + \chi \rho + \omega t), \quad (27)$$

$$\mathbf{H}_\rho = \mathbf{0}, \quad (28)$$

где $\text{Kh}(\rho, \theta)$ - определенная функция, $\mathbf{e}_\varphi, \mathbf{e}_\theta, \mathbf{h}_\varphi, \mathbf{h}_\theta$ - константы, причем

$$\mathbf{h}_\varphi = \sqrt{\frac{\varepsilon}{\mu}} \mathbf{e}_\theta, \quad (29)$$

$$h_\theta = \sqrt{\frac{\varepsilon}{\mu}} e_\varphi, \quad (30)$$

$$\chi = \frac{\omega}{c} \sqrt{\varepsilon \mu}. \quad (31)$$

На рис. 5 показаны спирали – геометрические места точек, где плотности электрической напряженности при умножении на ρ остаются постоянными. Эти спирали лежат на конусе с углом θ . Показаны несколько таких конусов.

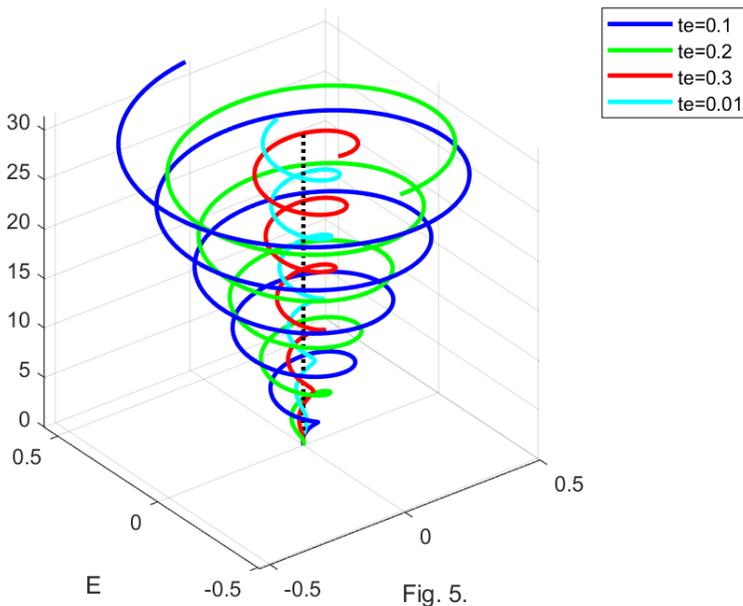


Fig. 5.

В этом решении

- плотность потока энергии, проходящего сквозь сферу, не зависит от радиуса и не зависит от времени, т.е. этот поток имеет одну и ту же величину на сферической поверхности любого радиуса в любой момент времени; иначе говоря, поток энергии, направленный вдоль радиуса, сохраняет

свою величину с увеличением радиуса и не зависит от времени, что соответствует закону сохранения энергии;

- наблюдается сдвиг фаз между электрическими и магнитными напряженностями;
- наблюдается закрученность электромагнитной волны.

Громадное количество теоретических выводов в электродинамике сделано на основе использования волнового уравнения. Эти выводы получены с нарушением закона сохранения энергии и с этим приходилось мириться. Теперь, когда найдено точное решение уравнений Максвелла, необходимо пересмотреть и уточнить ранее полученные результаты. Это необходимо потому, что некоторые результаты могут оказаться принципиально неверными (а не только ошибочными с некоторой погрешностью).

Литература

1. Хмельник С.И. Непротиворечивое решение уравнений Максвелла. 19-ая редакция, 2021, ISBN 978-1-329-96074-9. Printed in USA, Lulu Inc., ID 18555552, <http://doi.org/10.5281/zenodo.4453280>

Серия: МАТЕМАТИКА

Чудичков О.Г.

ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-8178-8041>

О способах представления чисел

Аннотация

В статье приведены аргументы к полемике с некоторыми тезисами теории множеств, предложенной Г. Кантором.

Содержание

1. Вместо предисловия \
 2. Теорема о счетности положительных чисел позиционного счисления меньших единицы \
 3. Следствия теоремы \ 7
 4. Подробный анализ диагонального метода \ 7
- Литература 7

1. Вместо предисловия

В своей работе «Об одном свойстве совокупности всех действительных чисел» Г. Кантор писал, что его «теорема ... оказывается основанием того, почему совокупность всех действительных числовых величин, образующую так называемый континуум (например, совокупность всех действительных чисел, которые ≥ 0 и ≤ 1), нельзя однозначно отобразить на совокупность (ν) » [1, стр.19]. Через (ν) он обозначал множество целых упорядоченных чисел $(1, 2, 3, \dots)$. В этой работе он начал формирование особого способа доказательства, который в последствие получил название диагонального метода Кантора. С тех пор после его работ, т. е. с конца XIXв., в математике вошло в норму утверждение о том, что диагональным методом

Кантора может быть доказана, например, несчетность множества действительных чисел. Кроме этого, данный метод был задействован в XX в. при доказательстве весьма значимых для всей математики теорем.

В самом начале 2020-го года вышла в свет моя книга «Математические основания философии Ноосферы» [4,5], в которой была приведена публикуемая ниже теорема и ее следствия. Фактически она является основанием для признания диагонального метода Г. Кантора математически некорректным способом аргументации.

Несмотря на то, что теорема была уже мной опубликована, необходимость данной статьи связана с тем, что в книге были допущены опечатки и незначительные ошибки, а также потребовалось содержательно уточнить правомерность некоторых выводов, следующих из нее. Кроме того, здесь впервые публикуются аргументы, опровергнуть которые апологетам метода не позволят законы математики.

2. Теорема о счетности положительных чисел позиционного счисления меньших единицы

Поскольку и пока множество чисел натурального ряда с нулем является счетным, постольку и до тех пор множество положительных (дробных) чисел десятичного позиционного счисления меньших единицы является счетным.

Для доказательства теоремы следует указать способ установления биекции между элементами натурального ряда и дробными числами на полуинтервале $[0; 1)$, выраженными в десятичном счислении.

Введем определение.

Операцией зеркального отображения произвольного слова C_k :

$$C_k = a_k a_{k-1} \dots a_3 a_2 a_1,$$

состоящего из k ($k = 1, 2, 3, \dots$) букв конечного алфавита A_m

$$\{A_m\} = B_1, B_2, B_3, \dots, B_m,$$

назовем математическую операцию, в результате которой получается слово, состоящее из тех же самых букв, размещенных в обратном порядке:

$$\overline{C_k} = a_1 a_2 a_3 \dots a_{k-1} a_k .$$

Из приведенного определения и симметрии слов следует, что операция зеркального отображения может быть осуществлена конечной совокупностью операций перестановок в одном из противоположных направлений.

Пользуясь процедурой зеркального отображения чисел, состоящих из цифр десятичного позиционного счисления, нетрудно привести способ установления биекции, требуемой для доказательства теоремы. Так порядковый номер n произвольного (дробного) числа D_n десятичного позиционного счисления из полуинтервала $[0; 1)$

$$D_n = 0, a_1 a_2 a_3 \dots a_{i-1} a_i a_{i+1} \dots a_{k-1} a_k;$$

где $a_i = 0, 1, 2, \dots, 9$, в точности равен порядковому номеру n -ого натурального числа Π_n , выраженного на языке десятичного позиционного счисления

$$\Pi_n = a_k a_{k-1} \dots a_{i+1} a_i a_{i-1} \dots a_3 a_2 a_1, 0;$$

где число Π_n является зеркальным отображением числа D_n . Теперь рассмотрим обратную процедуру. Для определения числа D_m заданного множества, т. е. $0 \leq D_m < 1$, соответствующего номеру m , необходимо выписать число Π_m натурального ряда с номером m на языке десятичного позиционного счисления, произвести всю совокупность перестановок цифр до получения его зеркального отображения, затем слева добавить запятую и ноль (для указания количества целых чисел в нем). Теорема доказана.

Для иллюстрации зеркальной симметрии можно привести два столбца чисел. Слева последовательно в столбце выписаны числа Π_n натурального ряда, а справа – соответствующие числа из D_n :

$$\begin{array}{l} 0,0 \ 0,0 \\ 1,0 \ 0,1 \\ 2,0 \ 0,2 \end{array}$$

.....
 9,0 0,9
 10,0 0,01
 11,0 0,11
 12,0 0,21

 19,0 0,91

 100,0 0,001

 156700,0 0,007651

Существуют и другой алгебраический способ реализации биективного зеркального отображения. В общем виде дробное число N_D десятичного позиционного счисления из полуинтервала $[0; 1)$ представимо так:

$$N_D = \frac{x_1}{10^1} + \frac{x_2}{10^2} + \frac{x_3}{10^3} + \dots + \frac{x_i}{10^i} + \dots + \frac{x_n}{10^n} = \sum_{i=1}^{i=n} \left(\frac{x_i}{10^i} \right);$$

где $x_i = 0, 1, 2, \dots, 9$ – цифры десятичного счисления и n – число, указывающее количество слагаемых, может быть сколь угодно большим. Целое (натуральное) число $N_{Ц}$, представляющее порядковый номер дробного числа N_D в результате зеркального преобразования $N_D \Rightarrow N_{Ц}$, будет вычисляться следующим образом:

$$N_{Ц} = \frac{x_1}{10^1} 10^1 + \frac{x_2}{10^2} 10^3 + \frac{x_3}{10^3} 10^5 + \dots + \frac{x_n}{10^n} 10^{2n-1} = \sum_{i=1}^{i=n} \left(\frac{x_i}{10^i} 10^{2i-1} \right).$$

Приведенное преобразование имеет и обратное, которое нетрудно установить.

Подобного рода отображение может быть выражено и в матричном виде, если учесть, что числа позиционного счисления могут быть представимы в форме композиции бра- и кет-векторов двух бесконечномерных векторных пространств, выстраиваемых на базе двух упорядоченных бесконечных множеств позиций цифр целых и дробных чисел, при том что проекции произвольных векторов в каждом из пространств на любые орты соответствующего базиса являются конечнозначными, а именно десятизначными.

Данная теорема может быть перенесена на позиционное счисление с любым целочисленным основанием.

3. Следствия теоремы

1) В силу существования биективного соответствия между элементами рассматриваемых бесконечных множеств их мощности равны, т. е. мощность множества чисел из полуинтервала $[0; 1)$ равна \aleph_0 .

2) Способ построения чисел в позиционное счисление с любым целочисленным основанием больше единицы представляет собой способ построения слов непротиворечивого и полного (без повторов и пропусков) языка (данного позиционного счисления), как законченного единого объекта.

3) Каждое из следующих множеств чисел – действительных, комплексных, гиперкомплексных (по крайней мере таких, как кватернионы), – выраженных на языке любого позиционного счисления с целочисленным основанием больше единицы, счетно и перечислимо, мощность каждого равна \aleph_0 .

Обозначим символом \mathbb{R}_{10} множество всех действительных чисел десятичного позиционного счисления, а символами \mathbb{R}_{10}^+ и \mathbb{R}_{10}^- множества соответственно положительных и отрицательных действительных чисел того же счисления, причем в каждое из них включим ноль: в первое – «положительный», а во второе – «отрицательный».

Известно, что множество, например, всех слов языка в произвольном (конечном) алфавите перечислимо. Содержательно, процедура перечисления такова. Поскольку все слова данного множества могут быть упорядочены в словарном порядке, т. е. в виде $a_0, a_1, a_2, a_3, \dots$, то существует алгоритм, дающий по произвольному натуральному числу k получить a_k член данной последовательности.

Множество \mathbb{R}_{10}^+ всех действительных положительных чисел десятичного позиционного счисления ничем не отличается в этом отношении от множества слов подобного языка. Для иллюстрации приведем способ перечисления его элементов. С этой целью воспользуемся тем, что произвольное действительное положительное число $M^+ \in \mathbb{R}_{10}^+$, выраженное на языке данного счисления может, быть представлено в виде двух отдельных частей

(слагаемых): целой a и дробной \bar{b} . Дробную часть \bar{b} числа M^+ после зеркального отображения $\bar{b} \Rightarrow b$ будет представлять целое число b , которое по сути будет порядковым номером дробного числа \bar{b} : ($0 \leq \bar{b} < 1$) или точно такого же дробного числа \bar{b} : ($(M^+ - a) \leq \bar{b} < (M^+ - a + 1)$), т. е. числа в множестве дробных чисел на открытом справа полуинтервале *между двумя соседними целыми числами*, в том числе и между целыми числами a и $a + 1$, т. к. множество дробных чисел десятичного счисления между любой парой соседних целых чисел того же счисления одинаково. Теперь нетрудно заметить, что каждая из частей числа M^+ , будучи представленной некоторым целым положительным числом a или b , является перечислимой. Действительно, каждая из них является элементом собственно натурального ряда, а способ упорядочивания членов натурального ряда нам известен. Итак, нами установлено, что произвольному числу $M^+ \in \mathbb{R}_{10}^+$ данного позиционного счисления может быть биективно сопоставлена пара чисел натурального ряда.

Так как множество пар $\langle a, b \rangle$ натуральных чисел десятичного счисления перечислимо, например, функцией (n – натуральное число) [2]

$$\varphi(n) = \langle a, b \rangle; \quad (1)$$

где $n = 2^a(2b + 1) - 1$, то множество \mathbb{R}_{10}^+ является перечислимым.

Множество \mathbb{R}_{10}^+ счетно в силу того, что оно является результатом объединения счетных множеств – счетного множества целых положительных чисел (натурального ряда) и счетного множества счетных множеств дробных чисел, например, на полуинтервале $[0; 1)$, – выраженных на языке десятичного позиционного счисления. Известен также и альтернативный способ установления счетности результатов (n) перечисления (1), а значит и счетности множества пар номеров, соответствующих двум частям произвольного числа $M^+ \in \mathbb{R}_{10}^+$ – целой и дробной, – а следовательно, и счетности собственно чисел в \mathbb{R}_{10}^+ . Графически результаты (n) перечисления (1) могут быть представлены в форме двумерной таблицы (матрицы), в которой каждый номер (n) помещается на пересечении соответствующих значений абсциссы a и ординаты b . Краткая запись подобной таблицы (двумерного массива) может выглядеть так:

$$\begin{array}{cccc} n_{00} & n_{01} & n_{02} & \dots \\ n_{10} & n_{11} & n_{12} & \dots \\ n_{20} & n_{21} & n_{22} & \dots \\ \dots & \dots & \dots & \dots \end{array}$$

Здесь индексами обозначены значения абсциссы a и ординаты b соответственно. Как известно, подобный массив может быть биективно сопоставлен натуральному ряду. Для этого необходимо по порядку выписывать его члены, лежащие на параллельных диагоналях, начиная с первого – углового:

$$n_{00}, n_{01}, n_{10}, n_{20}, n_{11}, n_{02}, \dots$$

Это и есть альтернативный способ доказательства счетности множества \mathbb{R}_{10}^+ всех положительных действительных чисел десятичного позиционного счисления; его в свое время использовал Кантор для доказательства счетности множества рациональных чисел.

Точно такой же результат мы получим и для множества \mathbb{R}_{10}^- вещественных отрицательных чисел данного счисления, если во всех операциях по определению соответствующих порядковых номеров будем игнорировать знак минус перед числами из \mathbb{R}_{10}^- , заменив переменные в (1) на n^-, a^-, b^- , так что, например, натуральный ряд для чисел данного множества будет обозначаться следующим образом: $(n^-) = 0, 1, 2, 3, \dots$. Итак, мы получили способ вычисления номеров (n) и (n^-) для чисел двух различных множеств \mathbb{R}_{10}^+ и \mathbb{R}_{10}^- . После этого уже для произвольной пары чисел $M^+ \in \mathbb{R}_{10}^+$ и $M^- \in \mathbb{R}_{10}^-$ вычислим функцию $\varphi(n^\pm)$ от пары им биективно соответствующих номеров $\langle n^-, n \rangle$:

$$\varphi(n^\pm) = \langle n^-, n \rangle, (2)$$

где $n^\pm = 2^{n^-}(2n + 1) - 1$ и где первым аргументом является порядковый номер из множества (n^-) для отрицательного числа M^- , а вторым – порядковый номер из (n) для положительного числа M^+ . Возможность установления биективного соответствия полученного двумерного массива элементов (n^\pm) с числами натурального ряда (см. выше метод параллельных диагоналей) позволяет доказать также

альтернативным методом счетность множества пар (M^+, M^-) чисел \mathbb{R}_{10}^+ и \mathbb{R}_{10}^- .

Существует и обратный алгоритм, позволяющий по произвольно заданному номеру (натуральному числу) n_0^\pm из (n^\pm) установить ему биективно соответствующую пару чисел $M_0^+ \in \mathbb{R}_{10}^+$ и $M_0^- \in \mathbb{R}_{10}^-$. С этой целью необходимо сначала установить по заданному номеру n_0^\pm из (n^\pm) какая пара номеров n_0 из (n) и n_0^- из (n^-) ему соответствует. Для этого требуется вычислять $\varphi(n^\pm)$ до тех пор, пока не получим n_0^\pm ; используемые при этом значения для n^- и n будут указывать на искомые номера n_0^- и n_0 . Затем, например, по значению номера n_0 необходимо аналогичным образом установить номера a_0 и b_0 , соответствующие двум частям искомого числа $M_0^+ \in \mathbb{R}_{10}^+$, целой и дробной. После этого, отобразив зеркально второе число, мы получим \bar{b}_0 , а приписав его справа через запятую к номеру a_0 , который является в то же время и собственно целой частью числа M_0^+ , мы получим искомое положительное действительное число M_0^+ из множества \mathbb{R}_{10}^+ , биективно соответствующее заданному номеру n_0^\pm . Этому же числу будет биективно соответствовать и определенное отрицательное действительное число $M_0^- \in \mathbb{R}_{10}^-$, которое не сложно вычислить по аналогии с положительным, имея значение второго номера n_0^- . Тем самым по произвольно заданному номеру n_0^\pm из натурального ряда (n^\pm) и будет установлена ему соответствующая единственная пара чисел M_0^+ и M_0^- из множества \mathbb{R}_{10} всех положительных и отрицательных действительных чисел десятичного позиционного счисления.

Приведенный способ позволяет также перечислить, упорядочить и определить мощность (она равна \aleph_0) множества \mathbb{C}_{10} всех комплексных чисел данного счисления. Для этих целей потребуются задействовать результаты не двух функций (1) и (2), как для действительных чисел, а четырех подобных функций, учитывая возможные знаки перед мнимой и вещественной частями комплексных чисел. Тем же способом можно перечислить, упорядочить и определить мощность (равную \aleph_0) множества \mathbb{H}_{10} гиперкомплексных чисел (кватернионов) данного счисления, используя для этих целей уже восемь функций, подобных (1).

Два позиционных счисления с любым целочисленным основанием, как известно, являются эквивалентными в том смысле, что существует алгоритм, дающий по записи произвольного целого

числа в первом счислении, запись этого же числа в другом, а также алгоритм, дающий по записи произвольного целого числа во втором счислении запись этого же числа в первом. В силу их так определенной эквивалентности числовая функция (1), вычислимая в одном из них, вычислима и в другом. Отсюда вывод: множество всех чисел позиционного счисления с любым целочисленным основанием счетно и перечислимо, его мощность равна \aleph_0 . В завершение следует отметить, что данный вывод правомерен несмотря на то, что в биекции с натуральным рядом участвуют дробные числа из полуинтервала $[0; 1)$ таким образом, что элементам с одним и тем же порядковым номером в разных счислениях (в позиционных счислениях с двумя разными целочисленными основаниями) соответствуют разные точки на участке прямой $[0; 1)$. В частности, это видно и по самому первому ненулевому дробному члену l -значного позиционного счисления. Поскольку один и тот же отрезок от нуля до единицы делится на соответствующее каждому счислению свое оригинальное значение параметра l , постольку и конечные точки первых $(1/l)$ -ых частей отрезка $[0; 1)$, отображающие первые дробные числа с порядковыми номерами «1» в каждом счислении, не совпадают. Здесь, конечно, имеется в виду, что для дробного числа в данном счислении верно равенство: $(0,1)_l = 1/l$. Тем самым тезис данного параграфа доказан.

Весьма интересно, что исторически по мере введения в математику новых типов чисел (отрицательных, комплексных, гиперкомплексных) свойства перечислимости и счетности расширенного множества чисел десятичного позиционного счисления оставались неизменными. Это следствие одного из главных и неотъемлемых свойств позиционного счисления.

4. Подробный анализ диагонального метода

1) В силу специфики способа построения позиционного счисления диагональный аргумент Кантора является, в первую очередь, эффективным методом иллюстрации одного из важнейших свойств языка позиционного счисления – его компактности. Выпишем, например, первые десять упорядоченных членов полуинтервала $[0, 1)$, выраженных на языке десятичного позиционного счисления:

0,000000000

0,1000000000
0,2000000000
0,3000000000
0,4000000000
0,5000000000
0,6000000000
0,7000000000
0,8000000000
0,9000000000 .

Аргументом Кантора может быть число $0,1211111111$, состоящее из десяти цифр после запятой, которое заведомо не равно ни одному из десяти приведенных членов, но в той же упорядоченной последовательности членов полуинтервала $[0, 1)$ имеет собственное строго определенное место под номером 1111111121 и данный порядковый номер намного превышает номер 9 , т. е. даже номер последнего из десяти вышеприведенных чисел. Вот другой пример. В 60 -значном позиционном счислении для первых 60 членов упорядоченной последовательности дробных чисел, каждое из которых также состоит не более, чем из двух знаков после запятой (если таковых сейчас нет, то их надо придумать), аргументом Кантора может быть диагональное число $0,1211 \dots 1$, в котором единиц вместе с двойкой уже не десять, а шестьдесят; данное число также имеет вполне определенное место в упорядоченной последовательности, номер которого является намного большим номера 59 .

Таким образом диагональный метод Кантора действительно демонстрирует свойство компактности позиционного счисления, состоящее в том, что, во-первых, число n является числом намного меньшим числа 10^n , состоящего из n цифр, т. е. $n < 10^n$, а во-вторых, разница между количеством позиций, на которых они представлены, тем больше, чем больше целочисленное основание позиционного счисления, т. е. $10^n < 20^n < 60^n$. Иными словами, то, что диагональный элемент (который с равным успехом может быть построен и на натуральном ряде, если он строится не параллельно, а ортогонально первому), состоящий из n цифр, всегда будет находиться в упорядоченной последовательности первых n чисел намного позже последнего из них, имеющего значение n , является внутренним и неотъемлемым свойством позиционного

счисления, использованного Кантором для аргументации своего тезиса.

2) Само по себе свойство диагонального метода Кантора быть прежде всего убедительным аргументом при демонстрации компактности позиционного счисления не ограничивает нас в возможности его применения именно для тех целей, для которых применяют его последователи Кантора.

Хотя, если быть точным, сам автор в работе «Об одном элементарном вопросе учения о многообразиях», датированной 1890/1891г.г. [1, стр.170], представил свой метод на примере не позиционного счисления, а на примере бесконечной каким-то образом упорядоченной последовательности всех векторов из множества с бесконечной, но счетной размерностью (мощность множества упорядоченных базисных векторов равна \aleph_0) при том, что каждый из ортогональных векторов базиса мог принимать только одно из двух возможных (не обязательно числовых) значений m или ω . По сути, не указывая никакого счисления, он имел в виду просто слова, состоящие из бесконечного набора букв двоичного алфавита. Это уже потом, апологеты Кантора, видимо, хотели как лучше и применили его метод к двоичному, а затем десятичному позиционному счислению и не к множеству целых чисел, а к множеству положительных чисел не больших единицы. Вот пример того, как эта идея Кантора была реализована в одном из современных вариантов доказательства континуальности множества действительных чисел.

3) Приведем диагональный метод Кантора в изложении Клини [3, стр.13-14]. «Посредством знаменитого “диагонального метода” Кантора было доказано, что в математике рассматриваются и такие бесконечные множества, которые не могут быть пересчитаны. Множество *действительных чисел* несчетно.

Рассмотрим сначала *действительные числа x в полуинтервале $0 < x \leq 1$* . Каждое действительное число из этого полуинтервала однозначно представляется посредством некоторой правильной бесконечной десятичной дроби, т. е. десятичной дроби, первая значащая цифра которой стоит правее запятой и в которой имеется бесконечно много цифр, отличных от 0. Число может представляться в виде конечной десятичной дроби, т. е. дроби с повторяющимися нулями, но такую дробь можно заменить на бесконечную с повторяющимися девятками. Например, 0,483 или 0,483000... можно заменить на 0,482999.... Обратно каждая правильная

бесконечная десятичная дробь представляет единственное число из этого полуинтервала.

Допустим теперь, что

$$x_0, x_1, x_2, x_3, \dots$$

– бесконечный перечень или пересчет некоторых, но не обязательно всех, действительных чисел, принадлежащих этому полуинтервалу. Напишем теперь одну под другой соответствующие им бесконечные десятичные дроби

$$\begin{array}{ccccccc}
 0, x_{00} & x_{01} & x_{02} & x_{03} & \dots & & \\
 & \swarrow & & & & & \\
 0, x_{10} & x_{11} & x_{12} & x_{13} & \dots & & \\
 & & \swarrow & & & & \\
 0, x_{20} & x_{21} & x_{22} & x_{23} & \dots & & \\
 & & & \swarrow & & & \\
 0, x_{30} & x_{31} & x_{32} & x_{33} & \dots & & \\
 & & & & \swarrow & & \\
 \dots & \dots & \dots & \dots & \dots & \dots & \dots
 \end{array}$$

Образует диагональную дробь, указанную стрелками. Заменяем в ней

каждую из последовательных цифр x_{nn} на отличную от нее цифру x'_{nn} так, чтобы при этом не получилась конечная дробь. Например, пусть $x'_{nn} = 5$, если $x_{nn} \neq 5$, и $x'_{nn} = 6$, если $x_{nn} = 5$.

Полученная дробь

$$0, x'_{00} x'_{11} x'_{22} x'_{33} \dots$$

представляет некоторое действительное число x , которое принадлежит нашему полуинтервалу, но не входит в рассматриваемый пересчет. Действительно, эта дробь отличается от первой из данных дробей своей первой цифрой после запятой, от второй - своей второй цифрой после запятой, от третьей - третьей цифрой после запятой и т. д.

Поэтому данный пересчет не является пересчетом всех действительных чисел полуинтервала $0 < x \leq 1$. Пересчета всех действительных чисел этого полуинтервала не существует.»

Несмотря на кажущуюся прозрачность и убедительность приведенного доказательства, сформулируем следующее утверждение.

Доказательство континуума мощности множества всех действительных чисел, например, на полуинтервале $[0, 1)$ диагональным методом Кантора является математически не корректным.

Ниже приводятся аргументы в защиту данного тезиса.

4) Из теоремы, приведенной в начале статьи следует, что, если мы удалим все десятичные числа позиционного счисления из полуинтервала $[0, 1)$, то возможны два взаимоисключающих вывода:

- между конечными значениями отрезка 0 и 1 отсутствуют какие бы то ни было числа;

- между конечными значениями отрезка 0 и 1 отсутствуют какие бы то ни было иные числа, кроме тех, точное значение которых выразимо или на языке позиционных счислений с иными целочисленными основаниями, или на языке, заведомо не эквивалентном языку позиционного счисления с каким бы то ни было целочисленным основанием.

Первый вариант относится к дискретной математике, второй – к непрерывной. И здесь важно отметить следующее. В любом случае, если мы удаляем из полуинтервала $[0, 1)$ все слова (а их счетное множество) языка десятичного позиционного счисления, то на этом интервале больше не может быть *никаких иных чисел десятичного позиционного счисления*.

5) В работе «К учению о многообразиях», датированной 1878г. [1,стр.22], обсуждая возможность доказательства своей теоремы на множестве десятичных чисел, Кантор настаивал, что дробные числа, которые заканчиваются справа незначащими (так они называются, по крайней мере, в современной терминологии) нулями, должны рассматриваться как исключенные, ибо они относятся к «конечным десятичным представлениям». Видимо имея в виду то же самое, Клини предложил, что, например, такое число, как 0,483 «можно заменить» на 0,482999.... Однако данное предложение оказывается деструктивным. В рассматриваемом нами счетном множестве чисел десятичного позиционного счисления имеет свое место и 0,483, и 0,482999..., поэтому, если мы на место первого поставим второе, то в счетном множестве получим два одинаковых числа, расположенных на разных позициях. Это будет противоречить начальному условию, зафиксированному Клини: «...каждая правильная бесконечная десятичная дробь представляет единственное число из этого

полуинтервала». Поэтому единственный способ из числа 0,483 сделать бесконечную дробь, избегая противоречия с начальным условием самого Клини – это добавить бесконечное множество незначащих нулей в конец числа. Кстати, их можно без ущерба добавлять как справа от последней значащей цифры, так и слева от первой значащей цифры – это нормальное правило элементарной арифметики; поскольку эти нули вообще ничего не значат, то их можно добавлять конечное или произвольное количество или не добавлять совсем. Таким образом, если у Клини одно число «можно» заменять другим, то мы вынуждены признать, что «можно» и не заменять, т. е. не следовать его пожеланиям, дабы не противоречить его же более категоричному условию. Если так, то теперь полуинтервал Клини $0 < x \leq 1$ без проблем заменяется на интервал $0 < x < 1$. Он заменял 1 на 0,999..., а последнее число и так должно быть в нашей счетной последовательности, поэтому без ущерба для доказательства единицу можно удалить из рассматриваемого множества действительных чисел, а ноль добавить. Итак, если теперь к каждому дробному числу, список которых приведен в теореме в начале статьи, добавить справа бесконечное множество незначащих нулей, то мы получим счетный список действительных чисел полуинтервала $0 \leq x < 1$ в форме бесконечных дробей, где «каждая правильная бесконечная десятичная дробь представляет единственное число...» на избранном полуинтервале.

Так вот, если мы теперь исключим из данного полуинтервала не только те числа, о которых говорил Кантор, но и счетное количество чисел десятичного позиционного счисления, то больше чисел данного счисления на указанном полуинтервале быть не может, по определению собственно данного счисления и согласно вышеприведенной теореме. Хотелось бы сказать, что метод формулирования по Кантору диагонального элемента десятичного позиционного счисления является по сути разновидностью парадокса о Лжеце, да беда в том, что метод – это не говорящий субъект, данная категория, увы, безмолвна «по определению», но парадоксальность имеет место. Ведь данный метод составления элемента Кантора связан со свойством диагонали квадратной матрицы, которая проходит через одинаковое количество строк (чисел позиционного счисления в упорядоченной последовательности) и столбцов (количество цифр после запятой). Но из свойства позиционного счисления, не обязательно десятичного, следует, что диагональное слово (или число) Кантора, не приводя к противоречию, может быть членом данного

позиционного счисления только в случае рассмотрения конечной последовательности чисел с добавлением к каждому числу определенного количества незначащих нулей для выравнивания количества строк и столбцов и получения квадратной матрицы; ведь без обязательного добавления незначащих нулей диагональное слово Кантора не может быть построено даже в конечной последовательности чисел в силу свойства компактности счисления. При данных условиях диагональное слово, имея заведомо не нулевую последнюю цифру (т. к. ноль должен быть заменен на любую другую цифру), будет обладать порядковым номером, намного превышающим номер последнего числа в квадратной матрице, а потому оно действительно будет расположено далеко за границей матрицы, но, тем не менее, оно будет находиться в пределах счетного множества всех десятичных чисел. В ином случае, когда последовательность охватывает все числа данного счисления, диагональное слово Кантора (если оно вообще может быть составлено) должно быть чем угодно, но только не числом, имеющим свое точное значение на языке данного счисления, т. е. чем угодно, но только не тем, чем ему предписывается быть по утверждению Кантора-Клини. Ну посудите сами. Если это число является числом десятичного позиционного счисления, то оно должно быть расположено внутри счетного множества таких чисел, которые полностью и по порядку располагаются в строках матрицы. Но тогда оно не может служить аргументом, убеждающим нас в существовании, по крайней мере, *еще одного десятичного числа*, кроме счетного множества десятичных чисел, приведенных в бесконечной матрице. А если оно находится вне приведенной бесконечной матрицы, то оно не может быть числом десятичного позиционного счисления даже при том, что оно составлено из цифр десятичного алфавита. Следовательно, и в этом случае оно утрачивает силу аргумента, способного убедить нас в существовании еще одного такого же числа, но не равного ни одному из их приведенного счетного множества. Известно, что числа позиционного счисления составляют множество элементов, упорядоченных четырьмя способами: во первых, каждая цифра – по алфавиту, во-вторых, каждая позиция – по номеру n от запятой, в-третьих, одна и та же цифра на разных позициях – по «весу», пропорциональному десятке в степени n с соответствующим знаком для целой и дробной частей, например, $10^{\pm 0}, 10^{\pm 1}, 10^{\pm 2}, \dots$, и, в-четвертых, каждое следующее целое число и каждый номер следующего дробного числа – по порядку на единицу больше текущего. Во избежание

вышеотмеченного противоречия диагональное слово Кантора может представлять собой, если не слово языка, аналогичного, например, русскому, то в лучшем случае только слово языка позиционного счисления, основанием которого является бесконечное целое число, т. е. слово, состоящее, например, из символов бесконечного алфавита, включая и символы алфавита десятичного счисления, которые не упорядочены и не могут быть упорядоченными в нем должным образом, а потому данное слово может быть уже не только элементом иного множества, нежели просто счетного десятичного позиционного, но и элементом именно континуального множества в силу принципиальной невозможности упорядочивания его букв хотя бы по «весу»:

$$(\infty)^{\pm 0}, (\infty)^{\pm 1}, (\infty)^{\pm 2}, \dots$$

В любом случае диагональное слово Кантора – Клини во избежание указанных противоречий не должно быть числом, а значит его использование в доказательстве так, как это делали они, является не корректным. Клини, например, не мудрствуя лукаво просто констатирует, что полученная дробь «... представляет некоторое действительное число x , которое принадлежит нашему полуинтервалу, но не входит в рассматриваемый пересчет». Однако чтобы оно стало действительно убедительным аргументом при доказательстве, например, континуума рассмотренного множества чисел, необходимо сначала в явном виде привести доказательство того, что данное слово является числом, а значит обладает всеми его свойствами, а потом уже констатировать этот факт как доказанное утверждение, иначе это действительно будет «не математика, а теология».

С другой стороны, и точное значение каждого алгебраического числа из их счетного множества, которое Кантор упорядочил известным методом (исходя из корней алгебраических уравнений), никак не может быть выражено на языке десятичного позиционного счисления, разве что точные значения лишь некоторых из них. Точные же значения многих из них могут быть выражены только иными символическими средствами при том, что на языке десятичного позиционного счисления каждое из них имеет бесконечное множество лишь приближенных значений, зависящих от выбранной точности округления.

б) С учетом сказанного можно предположить, что к множеству чисел на полуинтервале $[0, 1)$ относятся:

- счетное множество чисел, значение которых однозначно выражаемо на языке данного позиционного счисления, например, десятичного;

- множество чисел (рациональных, алгебраических и пр., факт существования которых доставляет нам алгебра), представляющих результаты алгебраических операций и выразимых в соответствии со своим точным значением или на языке позиционных счислений с иными целочисленными основаниями, если числа рациональные, или, если числа иррациональные, на символьном языке (например, $\pi - 3$, $e - 2$, $\sqrt{2} - 1$ и т. п.), не эквивалентном языку ни данного ни любого другого целочисленного позиционного счисления, а потому в рамках, по крайней мере, данного позиционного счисления каждое из них имеет бесконечное множество только приближенных значений в зависимости от заданной (требуемой) точности.

В противоположность диагональному слову Кантора, любое из приведенных чисел потому и является числом, что оно может быть верифицировано алгебраически, в том числе и с подстановкой корней в алгебраические уравнения. Например, символическое выражение $\sqrt{2}$ является числом, потому что при возведении его в квадрат мы получим ни что иное как число десятизначного позиционного счисления, а потому и, обратно, извлекая из этого число квадратный корень, мы принимаем, что результатом будет тоже некоторое абстрактное число, которое и принято обозначать символически так: $\sqrt{2}$. Поскольку для диагонального слова способ верификации неизвестен, то именно поэтому для утверждения его в статусе числа и требуется доказательство этого факта в явном виде.

7) Существует еще один фактор, который является хотя и опосредованным, но тем не менее весьма убедительным аргументом в пользу приведенной критики диагонального метода Кантора. Речь идет о двух формах представления произвольного числа (алгебраического, трансцендентного и т. п.) с неограниченным количеством цифр: гомоморфной и полиморфной. В гомоморфной форме число представляется в символическом виде, например π , и представляет собой единственное точное значение. В полиморфной – с помощью неограниченного множества строго упорядоченных значений, например, в десятичном счислении: 3; 3,1; 3,14; 3,141; В последнем случае вся бесконечная совокупность его приближенных значений является единым полиморфным объектом. Между данными формами может быть установлено обусловленное биективное соответствие. Это значит, что трансцендентное число

(гомоморфизм) π , имеющее единственное точное значение, не выражаемое на языке десятичного позиционного счисления, может быть взаимно однозначно сопоставлено с одним из значений полиморфного объекта, если оно обусловлено получением заранее заданной точности. Конечно, сама по себе *возможность представления* неограниченных чисел в таких формах не имеет особого значения в дискуссии о методе Кантора. Однако с *необходимостью их представления* именно в таких формах, которые к тому же являются еще моносемантической и полисемантической соответственно, связан весьма существенный фактор для всей математики в целом.

В принципе принимая гипотезу, основываясь на одном из приведенных выводов (см. выше пункт 4), можно получить, как уже отмечалось, или дискретную математику, или математику непрерывных величин, т. е. два уровня математики, которые в современной науке не обязательно должны сосуществовать в «параллельных мирах» и, тем более, ни в коем случае не должны взаимно исключать друг друга. Здесь будет неуместным подробное обсуждение способа объединения их в рамках единой системы. Поэтому сначала лишь справочно отметим, что в книге [4, 5] представлен общий метод однообразно мотивированного расширения математики, начиная с начального уровня, в качестве которого с наиболее полным обоснованием выбрана аддитивная математика шумеров, возможно, до конструкции, объединяющей единым алгоритмом все известные математические структуры; а затем кратко опишем его.

Такой, назовем его историко-хронологическим, метод построения начал математики предполагает способ последовательного расширения математических конструкций (каждая из них называется некоторой математикой, отличной от других), начиная с шестидесятизначной аддитивной математики шумеров. Содержательно, на каждом этапе доказывается теорема о независимости результатов измерения некоторого геометрического объекта от определенных способах измерения. Имеется в виду, что существуют, например, два различных конструктивных способа измерения, которые одновременно в конкретном процессе измерения являются принципиально несовместными, т. е. взаимно исключают друг друга. С каждым из них связан несколько отличающийся от другого, допустим, выполнением некоторого условия, алгоритм вычисления результата. Хотя оба алгоритма представляют одну и ту же математику текущего уровня, они в то же время являются как бы двумя ее «разновидностями» или вариантами.

Доказательство вышеобозначенной теоремы для данных случаев предполагает объединение конструктивных процессов в единый мультиплет (подобно спину в физике).

Понятно, что собственно данный мультиплет в принципе не имеет никакого отношения к реальности (реальными по отдельности являются только значения им объединяемые), поэтому и структуры, в которых такой мультиплет выступает, например, операндом, являются также идеальными. А, следовательно, и в целом обустроиваемая специально для данного абстрактного процесса-мультиплета математика также должна быть абстрактной. И именно такая математика, несмотря на ее статус, помогает доказать требуемую теорему для совершенно реальных процессов.

Это достигается, в частности, тем, что результат измерения во вновь построенной математике редуцируется к одной из «разновидностей» расширяемой математики и сравнивается с результатом измерения, полученным в ней; затем из равенства результата новой математики порознь каждому из двух возможных результатов расширяемой математики и следует вывод доказываемой теоремы.

Затем опять симметризируются некоторые другие несовместимые условия конструктивных процессов измерения и математическая конструкция снова расширяется. Анализ показал, что в подобный способ последовательного расширения математик могут быть вовлечены все известные математические структуры, т. к. в рамках каждой из них что-нибудь да симметризуется. На худой конец любое уравнение является средством симметризации множества значений в мультиплете, который мы обычно называем переменной. Здесь важным остается лишь поиск обоснования и причины того, какие способы измерения объединяются и почему они объединяются. Тем самым в рамках единой стройной системы каждая из известных на сегодня математических структур найдет свое убедительное обоснование. Следовательно, без всякого преувеличения можно сказать, что данный метод и является искомым уже не одно столетие методом обоснования начал математики.

Нетрудно заметить, что в нем обращение, например, к абстракциям – это не самоцель, а вынужденная мера; абстрактное обобщение является необходимым средством в процессе решения ее основной многоуровневой задачи – поэтапного доказательства главной теоремы. (Кстати, этот аргумент показывает, что в дискуссии о том, что абстракционизм в форме «махрового бурбакизма» не

может быть и не является основанием математики, должна быть окончательно поставлена жирная точка.)

Дополнительно отметим, что данный метод построения начал математики содержательно использует приемы аналогичные тем, что известны, например, в объектно-ориентированном программировании (и не только в ООП) с наследованием, с полиморфными и абстрактными объектами (классами) и пр. В частности, расширение математики в нем происходит с добавлением новых математических ресурсов (объектов, операций, отношений, алгоритмов и т. п.), при этом получаемая новая математика наследует в полной мере и всю математику расширяемую с ее собственными ресурсами.

В рамки данного метода органично вписывается и этап подобного расширения математик, упомянутых выше в начале настоящего параграфа: с уровня математики дискретных величин до (более высокого) уровня математики непрерывных величин с возможностью (обратного) редуцирования результатов с верхнего уровня на нижний. И главная роль в возможности обратного непротиворечивого и биективного редуцирования результатов именно в данном объединении математик отводится особому свойству (идеальных или абстрактных) чисел, факт существования которых доставляет нам алгебра (которая кстати является и способом их верификации), а не только структура позиционного счисления сама по себе. Это свойство и заключается в том, что каждое подобное число с *необходимостью* должно представляться в любой из двух возможных форм – гомоморфной и моносемантической или полиморфной и полисемантической.

Возможность установления при заранее заданных условиях взаимно однозначного (т. е. обусловленного биективного) полиморфно-гомоморфного отображения и будет основанием биективного редуцирования (гомоморфного значения) моносемантического результата π , полученного в расширенной (непрерывной) математике, обратно к одному из ему соответствующих результатов – значений в расширяемой (дискретной) математике в рамках позиционного счисления, в котором он представлен полисемантическим объектом.

Таким образом для историко-хронологического способа обоснования не только начал, но и всей математики в целом необходимо, чтобы в данном диалектическом (двойственном) статусе представления данные числа проходили сквозь всю ее систему, поскольку она выстраивается методом вложения математик одной в

другую и с одновременным наследованием всех ресурсов и средств математик расширяемых. Данное представление чисел заведомо исключает «способ упорядочивания», например, всех корней алгебраических уравнений, который предложил Кантор, а значит он применял диагональный метод к тому, чего быть не может. Таким образом, если к теореме Кантора подойти с другой стороны, через критику того, что именно должно быть упорядоченно (т. е. до того, как применять собственно диагональный метод), то и там обнаруживается, мягко говоря, противоречие.

Именно потому, что данный историко-хронологический метод обоснования и организации всей математики в целом является намного более важным феноменом для науки, чем «геологообразные» дискуссии вокруг диагонального способа аргументирования того или иного вывода, причем вывода в приложении к тому, чего быть не может, именно поэтому автор статьи считает, что приведенных аргументов вполне достаточно, чтобы и в этой дискуссии на все последующие времена была также окончательно поставлена жирная точка, а посему по совокупности причин доказательства Кантора, Френкеля, Клини и иже с ними о континуальности множества действительных чисел необходимо признать ничтожными.

Особо хотелось отметить еще раз, что речь идет не о континуальности множества таких чисел как таковой, а о диагональном методе доказательства данной континуальности.

8) Математическая некорректность диагонального аргумента Кантора в применении к позиционным счислениям для установления существования бесконечных множеств мощности континуума ставит под сомнение легитимность его использования и в других резонансных теоремах прошлого столетия.

Литература

1. Кантор Георг. Труды по теории множеств — М.: Наука, 1985.
2. Успенский В.А. Теорема Геделя о неполноте – М.: Наука, 1982. – 112с.
- 3 Клини С.К. Введение в метаматематику. - М. Издательство иностранной литературы, 1952
4. Чуличков О.Г. Математические основания философии Ноосферы – Самара : ИП Зуев Сергей Анатольевич, 2020. – 191 с.

5. Чуличков О. Г. Интернет-ресурс:
https://www.youtube.com/channel/UC-MovAEzgZjd2gNojWVylMA?view_as=subscriber

Авторы



Верин Олег Гаврилович, Россия.

verinOG@list.ru

Кандидат технических наук.

Родился в Москве в 1948 году. В 1970 г. окончил Московский институт электронного машиностроения (МИЭМ). Работал на предприятиях электронной и атомной промышленности. Является автором многих научных статей и трех книг, имеет несколько изобретений. Сфера научных интересов – электродинамика, теория элементарных частиц, макроскопические квантовые эффекты, альтернативная энергетика.



Теплов Альфред Иванович, Украина.

atplv126@gmail.com

Сайты: www.len-ta.com, www.teplov.net.ua

1940 г.р. Окончил: Ленинградское Суворовское Военное Училище (ЛСВУ, 1957 г.); Ленинградскую спецшколу МВД (1959 г., юрист); Ленинградский институт авиационного приборостроения ЛИАП (1969, радионженер).

Работал на ПО «Гамма» (г. Запорожье, нач. Лаборатории физико-технических измерений; ЗИИ (ныне Инженерная академия (ЗГИА, зав.лаб., выполнял тему для ЛОМО). Курсы повышения: ВИСМ (г. Менделеево, Моск. обл.); МЭИ (Москва).

Участник экспедиции на место падения Тунгусского метеорита (1988 г. со своей гипотезой о взрыве шаровой молнии). Самостоятельные исследования на пирамидах Гизы (не верил, что пирамиды – «усыпальницы» для фараонов)

В 1989 (после встречи с зам. министра по науке и технике Толстых Б.Л. создал «Научно-техническую организацию «Полид» (политехническая идея), учредитель.

Изданы книги:

«К проблеме Единой науки» (2003г.); «Пирамиды открывают тайны» (2009г.); Статьи в журнале «Науковий СВІТ», № 6 и №12 -2007г. (О поправке к Закону Кулона) и разные в прессе, в т.ч. н-ф рассказы.

Кочетков Виктор Николаевич, Россия.

Главный специалист АО «Центр эксплуатации объектов наземной космической инфраструктуры» (АО «ЦЭНКИ»)

vnkochetkov@gmail.com

vnkochetkov@rambler.ru

<http://www.matphysics.ru>



Халецкий Михаил Борисович, Израиль;

hal123mih@gmail.com, <https://halmich>

Окончил Фрунзенский политехнический институт г. Бишкек, Киргизия, по специальности Электрические машины и аппараты. Работал в научно-исследовательском институте электродинамики ФФ ВНИИЭМ последовательно: м.н.с; с.н.с; зав. лабораторией. Учёных степеней не имею, помешал распад СССР. В 1995 г. репатрировался в Израиль. Род занятий – частный предприниматель. В свободное от работы время занимаюсь теорией релятивистской механики и её применением в квантовой физике.



Хмельник Соломон Ицкович, Израиль.

solik@netvision.net.il

<https://orcid.org/0000-0002-1493-6630>

К.т.н., научные интересы – физика, электротехника, электроэнергетика, вычислительная техника, математика. Имеет около 400 изобретений СССР, патентов, статей, книг. Среди них – работы по теории математических процессоров для операций с различными математическими объектами; по теории и новым методам расчета электромеханических и электродинамических систем; по гравитомагнетизму; по альтернативной энергетике.

Чулочков Олег Геннадиевич, США.

ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-8178-8041>
chul-og.2020@yandex.ru

Инженер-механик (Куйбышевский
авиационный институт),
физик (Куйбышевский гос. университет).
Род занятий: проектирование сооружений.



Эткин Валерий Абрамович, Израиль.

etkin.v@mail.ru

Д.т.н., профессор, действительный член
Европейской академии естественных наук (ЕАЕН,
Ганновер, 2008), Международной академии
биоэнергетических технологий (Киев, 2003) и
Международной академии Творчества (Москва,
1995). Автор 10 книг и более 300 научных статей.
Директор «Института интегративных
исследований» (Израиль), руководитель
ассоциации биоэнергетологов
«Энергоинформатика» (Израиль) и научно-
технической секции «Дома ученых» (Хайфа).
