

звука в легкой и тяжелой воде [5]. Наши измерения в жидких и паровых фазах легкой и тяжелой воды на пограничной кривой показали на разный характер поведения скорости звука. В одной области температур для насыщенных паров легкой и тяжелой воды наблюдается максимум в расхождении скоростей звука, тогда как для жидких фаз. Наоборот, в другой области температур, обнаруживается минимум в расхождении скоростей, после чего, расхождение в скоростях увеличивается с ростом температуры. К сожалению, акустических измерений вблизи критической точки тяжелой воды по различным термодинамическим путям нам провести не удалось по причине аномально большого поглощения звука. Априори предугадать характер поведения скорости звука в критической области тяжелой воды невозможно.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Анисимов, М. А. Критические явления в жидкостях и жидких кристаллах / М. А. Анисимов. – М.: Наука, 1987. – 272 с.
2. Ерохин, Н. Ф. // Письма в журнал экспериментальной и теоретической физики, 1980. – Т. 31. – Вып. 12. – С. 763–768.
3. Erokhin, N. F. Facility for Investigating Ultrasound Velocity and Absorption in Instruments and experimental techniques / N. F. Erokhin, V. I. Kompaniets // Light and Heavy Water at High Temperatures and High Pressures. – 2005. – Vol. 48. – No. 4. – P. 540–546.
4. Erokhin N. F. Application of ultrasound interferometer for measurements in light and heavy water in critical area / N. F. Erokhin, V. I. Kompaniets, J. V. Leonov // Measurement techniques. – 2007. – Vol. 49. – № 11. – P. 1160–1168 .
5. Зацепина, Г. Н. Свойства и структура воды / Г. Н. Зацепина. – М.: Изд-во МГУ, 1974.

УДК 359.12
ББК 22.38

В. И. Переверзев

ПОСТРОЕНИЕ ЧАСТИЦ ИЗ МЭЧ

Аннотация. Цель статьи – показать, что элементарные частицы и их силовые поля состоят из бесконечно малых элементарных частиц (МЭЧ), имеющих одинаковые массы и равные по величине, но противоположные по знаку электрические заряды. Электрическое и магнитное проявление силовых полей стабильных частиц, из которых наименьшими являются электроны и позитроны, обусловлено избытком МЭЧ с положительным или отрицательным зарядом. Задача исследования состоит в установлении правила построения элементарных частиц из электронов и позитронов. Взаимные превращения протона и нейтрона легли в основу схемы два – один (два электрона – один позитрон; два позитрона – один электрон). Делается вывод, что из МЭЧ состоят и частицы мирового эфира, и фотоны теплового излучения.

Ключевые слова: элементарные частицы, силовые поля, схема два-один, Карданов подвес.

V. I. Pereverzev

FROM DEP PARTICLE CONSTRUCTION

Abstract. The aim of the article is to show that elementary particles and their force fields consist of endless diminutive elementary particles DEP which have the same mass and equal quantity but contrary in signs electric charges. Stable particle force charges electric and magnetic display from those the less are electrons and positrons is conditioned by DEP surplus with positive and negative charge. The object of the investigation is in establishment of the rule of elementary particles from electrons and positrons construction. Mutual transformation of protons and neutrons is the base of scheme two-one (two-electrons – one positron; two positrons – one electron). We come to conclusion that world ether and thermal radiation are consist of DEP.

Key words: elementary particles, force fields, two –one scheme, Cardan suspension.

§1. Строение элементарных частиц вещества

Исследования свойств веществ позволили установить, что все они состоят из атомов и молекул, которые сами являются сложными системами элементарных частиц (электронов, протонов, нейтронов и т. д.). Наличие элементарных частиц обнаруживается по их силовому взаимодействию между собой и с приборами наблюдения. Силовое взаимодействие между частицами осуще-

ствляется через посредство связанных с ними силовых полей. Силовые поля есть внутренне присущие свойства частиц, обладающие свойством суммирования. Мерой проявления силовых полей являются силы гравитационного, электрического, молекулярного и т. д. взаимодействия частиц, значения которых зависят от взаимных расстояний и относительных скоростей движения частиц. Именно поэтому физические способы измерения этих сил одинаковые.

Наличие у частиц силовых полей, через посредство которых они взаимодействуют на расстоянии, наводит на мысль, что пространственные размеры их определяются размерами полей. Они представляют собой совокупности силовых центров и связанных с ними полей, имеющие формы шаров. Начало взаимодействия между сближаемыми частицами позволяет оценить их радиусы в невозмущенном состоянии. Модель, рассматривающая частицы точечными силовыми центрами силовых полей, обладающими способностью перемещаться, представляется наиболее целесообразной. Именно полем сил взаимодействия определенная совокупность элементарных частиц (молекул, атомов, протонов, нейтронов, электронов, позитронов и т. д.), как точечных силовых центров, связывается в единую систему – вещество. В этом смысле вещество представляет собой систему, которой присуще результирующее поле всех составляющих ее материальных частиц. Поскольку силовое взаимодействие между материальными частицами осуществляется через посредство полей, то необходимо признать, что последним присущи все свойства самих частиц (прежде всего масса и электрический заряд).

А. Майер показал [1, 396], что если все силы системы конкретного числа материальных точек (частиц, рассматриваемых геометрическими точками) являются внутренними и в каждый момент времени удовлетворяют шести условиям равновесия твердого тела, то они имеют силовую функцию W взаимных расстояний между точками и производных этих взаимных расстояний по времени. Силовая функция есть результат проявления поля сил системы. Изменение результирующего поля сил, а с ним и силовой функции может быть обусловлено либо изменением числа материальных точек системы, либо изменением их силовых полей, либо и того и другого вместе. В веществе в качестве материальных точек рассматриваются молекулы и атомы, а в атомах – нейтроны, протоны, электроны и т. д. Из-за огромного числа элементарных частиц в веществе (молекул, атомов и т. д.) его результирующее поле, как системы материальных точек, изменяется непрерывно, хотя силовые поля самих частиц – как непрерывно, так и скачкообразно (дискретно). Об этом свидетельствуют явления фазовых переходов, электризации, излучения света и т. д., в которых проявляются как непрерывные, так и скачкообразные изменения межчастичных расстояний (а с ними и самих частиц).

Единственной причиной изменения силового поля любой частицы системы может быть присоединение к ней или отделение от нее целого числа одинаковых бесконечно малых элементарных порций со свойствами самой частицы. Это наводит на мысль, что элементарные частицы (нейтроны, протоны, электроны, позитроны и т. д.), из которых состоят атомы вещества и их силовые поля, сами состоят из огромного числа бесконечно малых элементарных частиц (назовем их МЭЧ), имеющих одинаковые массы и равные по величине, но противоположные по знаку электрические заряды (величины которых предстоит установить), с определенным пространственным распределением (движением и структурой).

На уединенные атомы при целенаправленном приближении к ним до некоторого расстояния других атомов, выступающих в роли внешних, начинают действовать силы. Под действием этих сил, которые условимся называть внешними, уединенные атомы приобретают направленное движение. Одновременно возникает тепловое излучение, обусловленное изменением присущих им силовых полей. Как правило, изначально уединенные атомы отталкиваются от внешних. В свою очередь, эти атомы, приближаясь к соседним уединенным атомам, начинают с некоторого расстояния действовать на них (как правило, отталкивают) и т. д. Если направления действия внешних сил сходятся в некоторой точке пространства, то первоначально уединенные атомы станут сближаться, приобретая относительные скорости движения. Их сближение также сопровождается непрерывным тепловым излучением, являющимся результатом изменения силовых полей (выбросом электронейтральных порций МЭЧ). Причиной возникновения молекулярных сил отталкивания, противодействующих внешним силам, следует рассматривать упругое уплотнение силовых полей сближаемых атомов, состоящих из МЭЧ. Молекулярные силы отталкивания, противодействующие внешним силам, принимают постоянное значение, как только действие внешних сил прекращает их сближение, а тепловое излучение перестает выходить за пределы области пространства, занимаемого атомами (становится равновесным). С этого момента изменение силовых полей атомов, изначально бывших уединенными, а с ними и результирующего поля всей совокупности атомов, прекращается, а средние значения их взаимных расстояний и относительных скоростей движения становятся постоянными.

Если силы взаимодействия способствуют дальнейшему скачкообразному сближению изначально уединенных атомов и с внешними атомами, и между собой, сопровождаемому образованием молекул (новых структурных образований), то их именуют химическими. Тепловое излуче-

ние при таком сближении атомов оказывается очень интенсивным (выбрасываемые из атомов электронейтральные порции силовых полей содержат максимальное число МЭЧ). Процесс связывания атомов в молекулы называется химической реакцией. Образующиеся молекулы начинают взаимодействовать между собой и с остальными атомами (не вступившими в химическую реакцию) посредством молекулярных сил.

Совокупность изначально уединенных атомов и молекул, оказавшихся на расстоянии действия молекулярных сил, представляет собой вещество в газообразном, жидком или твердом состоянии. Взаимодействие атомов и молекул вещества при дальнейшем сближении под действием внешних сил возможно и с сохранением, и с изменением их результирующего силового поля. Фазовые переходы свидетельствуют о том, что силовая функция вещества, характеризующая проявление результирующего силового поля сближаемых молекул и атомов, по крайней мере, трижды испытывает скачкообразное изменение. Суть фазового перехода состоит в изменении и структурного распределения, и количества МЭЧ результирующего силового поля вещества.

Силы взаимодействия между сближаемыми атомами и молекулами вещества при наличии и отсутствии теплоизоляции, имеют разные значения. Это значит, что разные значения имеет и результирующее силовое поле вещества. Причиной возникновения теплового излучения, как и сил взаимодействия, является изменение силовых полей сближаемых атомов и молекул. Исследования показали, что тепловые излучения представляют собой электронейтральные частицы, удаляющиеся от атомов и молекул со скоростью c , получившие название фотонов. Каждый фотон обладает энергией и импульсом. Это значит, что фотоны представляют собой выбрасываемые (поглощаемые) электронейтральные порции МЭЧ силовых полей атомов. Выброс (захват) порции МЭЧ силовых полей (фотонов) происходит с выполнением законов сохранения энергии и импульса. Следовательно, сущность изменения силовых полей атомов состоит в изменении как структурного распределения, так и количества МЭЧ.

В газе молекулярные силы проявляют себя как силы отталкивания. Именно действие сил отталкивания приводит к равномерному заполнению газом предоставленного ему пространства, при котором в любой момент времени t эти силы можно рассматривать равновесными, а газ как бы затвердевшим. При отсутствии изменения занимаемого газом пространства в условиях теплоизоляции средние расстояния между атомами и молекулами и средние значения их скоростей движения оказываются неизменными.

Сближение атомов и молекул газа до некоторого расстояния, сопровождаемое тепловым излучением, завершается проявлением сил притяжения, приводящих к скачкообразному связыванию наиболее близко расположенных атомов в единые системы. В результате таких непрерывно протекающих связываний атомов газ переходит в новое состояние (жидкое или твердое) с определенным пространственным распределением. Этот процесс обусловлен скачкообразным изменением силовых полей связываемых атомов и результирующего поля газа в целом. Результирующее поле атомов и молекул по завершении процесса их связывания силами притяжения станет новым. Порции МЭЧ, на которые уменьшаются силовые поля атомов и молекул в процессе связывания, имеют конкретные массы и нулевые электрические заряды и локализованы в некоторых объемах, т. е. представляют собой материальные объекты (частицы). Из-за выброса (захвата) порций МЭЧ массы и энергии атомов и молекул изменяются.

Превращение фотонов (электронейтральных частиц) больших энергий в пары электрон-позитрон и, наоборот, пар электрон-позитрон в фотоны больших энергий, установленное экспериментально, свидетельствует о том, что электроны и позитроны являются структурными образованиями МЭЧ. Наличие у электронов и позитронов одинаковых масс и равных по модулю, но противоположных по знаку электрических зарядов, дает основание считать, что 1) силовые поля атомов и молекул состоят из равного количества МЭЧ, имеющих равные по модулю, но противоположные по знаку заряды; 2) массы МЭЧ противоположных по знаку зарядов одинаковые.

Расстояния, начиная с которых между сближаемыми уединенными атомами возникают силы взаимодействия, определяют размеры границ силовых полей. Очевидно, что границами силовых полей являются поверхности сфер. Атомы представляют собой совокупности силовых центров и связанных с ними силовых полей, имеющие формы шаров. Форма шара атомов обусловлена минимумом энергии, составляющих их МЭЧ. Для описания взаимодействия атомов целесообразна модель, представляющая их точечными силовыми центрами силовых полей, способными перемещаться. Именно полем сил взаимодействия определенная совокупность атомов и молекул, как точечных силовых центров, связывается в единую систему – вещество. В этом смысле вещество представляет собой систему, которой присуще результирующее поле всех составляющих ее материальных частиц. Поскольку силовое взаимодействие между атомами осуществляется через посредство связанных с ними силовых полей, то необходимо признать, что МЭЧ, из которых состоят силовые поля, присущи свойства – масса и электрический заряд.

Изменение результирующего поля сил вещества может быть обусловлено либо изменением числа атомов, либо изменением их силовых полей, либо и того и другого одновременно (вме-

сте). Изменение силовых полей атомов может быть обусловлено только изменением силовых полей нейтронов, протонов и т. д. Из-за огромного числа силовых центров разного происхождения результирующее силовое поле вещества, в общем случае, изменяется непрерывно, хотя силовые поля самих силовых центров, как непрерывно, так и скачкообразно (дискретно). Явления фазовых переходов, электризации, теплового излучения и т. д. служат тому подтверждением.

Итак, единственной причиной изменения силовых полей атомов и молекул вещества может быть присоединение к ним или отделение от них некоторого числа МЭЧ. МЭЧ, связанные с точечными силовыми центрами, обладают массой, электрическим зарядом (положительным или отрицательным) и определенным пространственным распределением (движением и структурой). Величины массы и электрического заряда МЭЧ еще предстоит установить. Связь силовых полей с атомами и молекулами наводит на мысль, что все элементарные частицы вещества (электроны, позитроны, протоны, нейтроны и т. д.) представляют собой материальные объекты, построенные из МЭЧ.

§2. Частицы мирового эфира

С каждой элементарной частицей (электроном, протоном и т. д.) связано силовое поле, состоящее из МЭЧ, имеющих одинаковые массы m и равные по величине, но противоположные по знаку электрические заряды e . Электронейтральность веществ и их силовых полей (окружающего мира), обусловлена равными количествами положительно и отрицательно заряженных МЭЧ. Через посредство силовых полей атомы взаимодействуют друг с другом на расстоянии. Наличие силового взаимодействия между материальными объектами на любых расстояниях (законы всемирного тяготения и Кулона) свидетельствует о том, что силовые поля заполняют все окружающее нас пространство. Силы электрического притяжения соседних положительно и отрицательно заряженных МЭЧ силовых полей стремятся сблизить их и превратить в нечто электронейтральное очень малых размеров. Этому способствуют и силы их гравитационного притяжения. Однако сближение не происходит, так как такие пары МЭЧ объединены в элементарные диполи с плечом \vec{r} и электрическим моментом $\vec{p} = e\vec{r}$, вращающиеся вокруг центров масс с частотами ν . Расстояния r и частоты ν у всех диполей одинаковые. Плоскости вращения диполей и направления движения МЭЧ в них имеют всевозможные ориентации в пространстве. Если в некотором объеме пространства, заполненном силовыми полями, электронейтральность нарушается, то немедленно возникает процесс ее восстановления. Вдали от носителей силовых полей вращающиеся элементарные диполи МЭЧ равномерно заполняют все мировое пространство, и положения их центров масс друг относительно друга сами по себе не меняются, т. е. отсутствует относительное перемещение. Это свидетельствует о том, что по своей сути они есть не что иное, как частицы мирового эфира.

Вращение МЭЧ элементарного диполя вокруг центра масс описывается вторым законом Ньютона

$$\gamma \frac{m^2}{r^2} + k \frac{e^2}{r^2} = 2\pi^2 \nu^2 mr,$$

где $\gamma = 6,672 \cdot 10^{-11} \frac{H \cdot M^2}{K^2}$ – гравитационная постоянная, $k = 9 \cdot 10^9 \frac{H \cdot M^2}{Kl^2}$ – электрическая постоянная. Из-за отсутствия относительного перемещения в пространстве кинетическая энергия поступательного движения каждого элементарного диполя (частицы эфира) равна нулю, и их полная энергия E складывается только из потенциальных энергий электрического $k \frac{e^2}{r}$ и гравитационного $\gamma \frac{m^2}{r}$ взаимодействия МЭЧ и кинетической энергии $\pi^2 \nu^2 mr^2$ вращательного движения, т. е.

$$E = k \frac{e^2}{r} + \gamma \frac{m^2}{r} + \pi^2 \nu^2 mr^2.$$

Второй закон Ньютона позволяет последнее соотношение представить в виде

$$E = 3\pi^2 \nu^2 mr^2.$$

Сила электрического взаимодействия электронов, протонов и т. д. значительно больше, чем гравитационного. Если предположить, что это справедливо и для МЭЧ элементарного диполя, то слагаемым $\gamma \frac{m^2}{r^2}$ во втором законе Ньютона можно пренебречь и записать его так:

$$k \frac{e^2}{r^2} \approx 2\pi^2 \nu^2 mr.$$

Отсюда находим, что

$$v^2 r^2 \approx \frac{ke^2}{2\pi^2 mr}.$$

Последнее равенство позволяет выражение для полной энергии элементарного диполя (частицы эфира) записать в виде соотношения

$$E \approx \frac{3}{2} \frac{ke^2}{r}.$$

Видим, что основную часть полной энергии частицы эфира составляет потенциальная энергия электрического взаимодействия образующих ее МЭЧ.

Проявление электрических свойств всех стабильных материальных частиц может быть обусловлено только избытком МЭЧ либо с положительным, либо с отрицательным зарядом, из которых они построены. Опыт свидетельствует о том, что все стабильные частицы (электроны, протоны и т. д.) различаются по массе, но имеют равные по модулю электрические заряды. По массе наименьшими стабильными частицами являются электрон и позитрон. Равенство масс последних свидетельствует о том, что число МЭЧ в них одинаковое. Это указывает на вероятность того, что избыточное число МЭЧ с разными электрическими зарядами в каждом из них равно единице. Если это так, то по модулю заряд каждого МЭЧ имеет значение $e = 1,6 \cdot 10^{-19}$ Кл. Именно это обстоятельство может быть причиной равенства по модулю электрических зарядов стабильных частиц.

§3. Схема два-один построения элементарных частиц из электронов и позитронов

Атомы и молекулы вещества являются системами материальных частиц (электронов, протонов и нейтронов), с которыми связаны силовые поля, состоящие из МЭЧ. Состояние уединенного атома или молекулы (замкнутая система МЭЧ) условимся называть свободным. Ему соответствует конкретное значение силовой функции, являющейся следствием проявления результирующего поля МЭЧ его материальных частиц, выступающих в роли силовых центров. Пространственная структура силовых полей этих взаимодействующих силовых центров определяет размеры атомов и молекул. Силы взаимодействия между структурными объектами атомов (электронами, позитронами, протонами и нейтронами) именуется внутриаомными.

А. Майер показал [1, 396], что если все силы системы конкретного числа материальных точек (частиц, рассматриваемых геометрическими точками) являются внутренними и в каждый момент времени удовлетворяют шести условиям равновесия твердого тела, то они имеют силовую функцию W взаимных расстояний между точками и производных этих взаимных расстояний по времени. Стабильность электронов, позитронов и протонов служит основанием считать, что силы взаимодействия между МЭЧ, из которых они состоят, являются внутренними, и в каждый момент времени удовлетворяют шести условиям равновесия твердого тела, т. е. удовлетворяют теоремам А. Майера. Следовательно, необходимо признать у них наличие силовых функций W взаимных расстояний между МЭЧ и производных этих взаимных расстояний по времени (что физически не обосновательно). Равенство масс электронов и позитронов свидетельствует о том, что число МЭЧ в них одинаковое. Их отличие состоит в том, что в электронах избыток МЭЧ с отрицательным электрическим зарядом, а в позитронах такой же избыток МЭЧ с положительным зарядом. Как они построены из МЭЧ – предстоит выяснить. Построение электронов и позитронов из МЭЧ станет возможным только после установления численного значения массы и модуля электрических зарядов последних. Устойчивость электронов и позитронов служит основанием рассматривать их в виде шаров (условие минимума полной энергии). Природа предоставила нам возможность определить массы электрона, позитрона, протона и нейтрона достаточно точно и установить, что нейтрон превращается в протон с одновременным образованием электрона и выбросом частицы с нулевым электрическим зарядом, а протон превращается в нейтрон в результате захвата электрона и присоединения частицы с нулевым электрическим зарядом. При этом масса нейтрона превосходит массу протона [2] на $1,2935$ МэВ или $2,531294312 m_e$, где m_e – масса электрона. Электронейтральность нейтрона свидетельствует о том, что такое превышение массы возможно только в случае присоединения к протону двух электронов и одного позитрона и выброса электронейтральной порции МЭЧ, имеющей массу m_e . Это обстоятельство наводит на мысль, что протоны и нейтроны (и, следовательно, другие элементарные частицы вещества) построены из электронов и позитронов при сближении последних по схеме два-один (два электрона – один позитрон; два позитрона – один электрон) с выбросом электронейтральной порции МЭЧ. Построение состоит в последовательном сближении и дальнейшем присоединении сначала двух электронов и одного позитрона, а затем двух позитронов и одного электрона (либо наоборот); потом снова двух электронов и одного позитрона и т. д. Результатом каждого нечетного присоединения является образование элементар-

ных частиц, одинаковой массы и положительным или отрицательным электрическим зарядом (частицы или античастицы), а четного – электронейтральной частицы.

Элементарная частица, образующаяся после k -го присоединения электронов и позитронов по схеме два-один, имеет массу

$$m = k(m_e - m_e) \text{ или } m = k\Delta m,$$

где m_e – масса электрона (позитрона), m_e – масса выбрасываемой электронейтральной порции МЭЧ (имеющая одно и то же значение). Разность $3m_e - m_e$ определяет собой приращение масс образующихся частиц при последовательном присоединении электронов и позитронов по схеме два-один. Разность масс Δm нейтрона и протона является именно такой величиной. На ее основе находим, что протон образуется в результате 725-го, а нейтрон 726-го присоединения электронов и позитронов. Нет сомнения, что масса протона определена с наибольшей точностью. Знание m и k протона позволило установить, что разность масс Δm имеет значение 1,294178759 МэВ или 2,532622599 m_e . Поэтому формулу для вычисления массы элементарной частицы, образующейся после k -го присоединения электронов и позитронов по схеме два-один можно записать в виде

$$m = k \cdot 1,294178759 \text{ МэВ}.$$

В таблице 1 приведены значения масс некоторых элементарных частиц, рассчитанных по последней формуле и взятых из источников [2] и [3].

Таблица 1

Частица	k	Электрический заряд	Масса, МэВ		
			Вычисленная	[2]	[3]
p, \tilde{p}	725	± 1	938,2796	938,2796	938,256
n, \tilde{n}	726	0	939,573779	939,5731	939,550
K^+, K^-	381	± 1	493,0821072	493,667	493,8
K^0, \tilde{K}^0	384	0	496,9646435	497,67	498,0
$\Lambda^0, \tilde{\Lambda}^0$	862	0	1115,58209	1115,60	1115,40
$\Sigma^+, \tilde{\Sigma}^-$	919	± 1	1189,35028	1189,36	1189,41
$\Sigma^0, \tilde{\Sigma}^0$	922	0	1193,232816	1192,46	1192,3
$\Sigma^-, \tilde{\Sigma}^+$	925	∓ 1	1197,115352	1197,34	1197,08
$\Xi^0, \tilde{\Xi}^0$	1016	0	1314,885619	1314,9	1314,3
$\Xi^-, \tilde{\Xi}^+$	1021	∓ 1	1321,356513	1321,32	1320,8
$\Omega^-, \tilde{\Omega}^+$	1293	∓ 1	1673,373135	1672,45	1675

Из таблицы 1 видно, что значения масс частиц практически одинаковые. Это свидетельствует о точности установленной нами формулы. Необходимо также отметить, что масса выбрасываемой электронейтральной порции МЭЧ имеет значение 0,238831441 МэВ или 0,467377401 m_e . Такой массой обладают фотоны: рентгеновские – с максимальной; гамма – с минимальной частотой. Поэтому необходимо признать, что при каждом k -м присоединении электронов и позитронов по схеме два-один происходит выброс электронейтральной порции МЭЧ в виде фотона, когда область пространства, в которой они оказываются вблизи предшествующей частицы, имеет линейные размеры порядка $(10^{-15} - 10^{-13})$ м.

Общее число электронов и позитронов, затрачиваемых на создание элементарной частицы, равно $3k$. При k четном образуются электронейтральные частицы, а при k нечетном – и с положительным, и с отрицательным электрическим зарядом (частица и античастица). На построение электронейтральной частицы затрачивается $\frac{3}{2}k$ электронов и $\frac{3}{2}k$ позитронов, а имеющей заряд – либо $\frac{3k-1}{2}$ электронов и $\frac{3k+1}{2}$ позитронов (частица); либо, наоборот, (античастица). Например, на построение протона затрачивается 1087 электронов и 1088 позитронов; антипротона – 1087 позитронов и 1088 электронов, а нейтрона 1089 электронов и 1089 позитронов. Стабильной может быть частица, полная энергия которой минимальна. Это возможно, когда она имеет форму шара. Такими частицами, помимо электрона и позитрона, видимо являются протон и антипротон.

Все частицы, образуемые при k последовательных присоединениях электронов и позитронов по схеме два-один, можно обнаружить в космическом пространстве. Попадая в атмосферу Земли, они взаимодействуют с атомами вещества. Присоединение некоторых из них к ядрам атомов ведет к росту масс последних. В результате таких присоединений происходит постепенное увеличение числа атомов с большим массовым числом.

§4. Электрическое и магнитное проявление силовых полей элементарных частиц

Элементарные частицы (электроны, позитроны и т. д.) обладают электрическим зарядом тех МЭЧ, количество которых в них преобладает. Например, у электронов преобладает количество МЭЧ с отрицательным, а у позитронов с положительным зарядом. Опыт свидетельствует о том, что элементарные частицы, обладающие электрическим зарядом, можно отбирать у одних веществ и передавать другим. Как правило, такими элементарными частицами являются электроны. Мерой проявления силовых полей элементарных частиц и при наличии, и при отсутствии относительного движения являются силы их взаимного либо притяжения, либо отталкивания, либо изменяющие направления движения.

Величина силы, с которой система n элементарных частиц действует на элементарную частицу, имеющую единичный положительный заряд, характеризуется вектором напряженности

$$\vec{E} = \sum_{i=1}^n \frac{q_i \vec{r}_i}{4\pi\epsilon\epsilon_0 r_i^3} = \sum_{i=1}^n \vec{E}_i \quad \text{электрического и} \quad \vec{H} = \sum_{i=1}^n \epsilon\epsilon_0 \vec{u}_i \vec{E}_i = \sum_i \vec{H}_i \quad \text{магнитного проявления их силовых}$$

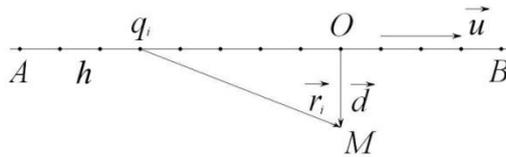
полей, где q_i – заряд i -й элементарной частицы; \vec{r}_i – радиус-вектор, проведенный от нее до еди-

ничного заряда; \vec{u}_i – скорость ее движения. Исследовать электрическое и магнитное проявление силовых полей заряженных частиц (тел) необходимо с помощью приборов, основанных на кардановом подвесе (описаны ниже). Направление вектора \vec{E} в любой точке силового поля системы неподвижных элементарных частиц (заряженных тел) мы предлагаем устанавливать с помощью электрической стрелки (стрелки-диполя), представляющей собой систему двух равных по величине но противоположных по знаку точечных зарядов на концах короткой, тонкой, однородной невесомой диэлектрической палочки, выступающей в качестве одной из трех осей карданова подвеса. Центр этой стрелки должен совпадать с точкой пересечения трех его осей вращения, совпадающей с точкой пространства, в которой определяется направление \vec{E} . Карданов подвес надо выставлять так, чтобы оси его внешнего кольца, внутреннего кольца и стрелки – диполя были взаимно – перпендикулярны. Затем, после закрепления оси вращения внутреннего кольца, путем поворота вокруг оси внешнего кольца на угол 90° измерять момент сил, действующих на стрелку-диполь, а через него величину вектора \vec{E} напряженности электрического проявления силового поля системы заряженных частиц (тел).

Для исследования проявления силового поля системы движущихся заряженных частиц (тел) можно использовать невесомую заряженную сферу, способную без трения вращаться вокруг оси, проходящей через ее центр, совпадающей с точкой пересечения трех осей вращения неподвижного карданова подвеса. При неподвижном положении карданова подвеса заряженная сфера должна вращаться вокруг своей оси, когда она перпендикулярна к плоскости, содержащей направление движения заряженных частиц (тел) и направление на центр сферы. Причина вращения состоит в том, что силовые поля движущихся частиц действуют на элементарные заряженные участки ближней части полусферической поверхности с большей силой, чем более удаленной. При этом линии действия этих сил не пересекают ось вращения сферы. Поэтому относительно оси вращения заряженной сферы возникает момент сил, величина которого (а с ним и частота вращения сферы) должна находиться в прямой зависимости от скоростей движения заряженных частиц (тел). Возникновение отличной от нуля результирующей силы, действующей на любой электрический заряд, относительно которого заряженные частицы перемещаются, составляет суть «магнитного» проявления их силовых полей. Направление оси вращения сферы при максимальном значении частоты будет определять направление, а ее численное значение – величину вектора \vec{H} /

Рассмотрим проявление силовых полей системы n точечных зарядов. Пусть на прямой линии находится неподвижная, длинная цепочка AB одинаковых по знаку и величине точечных зарядов q_i , расстояния между которыми имеют значения h .

Через посредство присущих им электрических полей заряды q_i взаимодействуют и друг с другом, и с окружающими телами (и заряженными, и электронеутральными).



В точке M пространства, находящейся на расстояниях от концов A и B цепочки, значительно больших d , результирующее электрическое поле, создаваемое зарядами q_i , характеризуется вектором напряженности \vec{E} , определяемым формулой $\vec{E} = \frac{q_i}{2\pi\epsilon\epsilon_0} \frac{\vec{d}}{hd^2}$, направленным к цепочке при $q_i < 0$, и от цепочки при $q_i > 0$. Электрическая стрелка карданова подвеса будет располагаться вдоль его направления.

Если в момент времени t цепочку зарядов привести в движение со скоростью \vec{u} вдоль прямой, то, из-за изменения расстояний r_i , вектор напряженности \vec{E}_i электрического поля каждого заряда в точке M будет меняться, а результирующего поля \vec{E} сохраняться. Заряженная сфера карданова подвеса, центр которой помещается в точку M , будет вращаться вокруг оси, перпендикулярной к плоскости, содержащей векторы \vec{u} и \vec{r}_i , с угловой скоростью $\vec{\omega}$. В случае, когда заряды сферы и цепочки одного знака, с конца вектора $\vec{\omega}$ кратчайший поворот от вектора \vec{u} к вектору \vec{r}_i против часовой стрелки. Причиной вращения является возникновение отличной от нуля результирующей силы, создающей вращающий момент.

Упорядоченное движение зарядов цепочки со скоростью \vec{u} вдоль прямой необходимо рассматривать как постоянный электрический ток, а результирующее магнитное поле в точке M , характеризуемое вектором напряженности \vec{H} , как физическое проявление изменений векторов \vec{E}_i их электрических полей. Сила этого тока имеет значение $I = \frac{q_i}{dt}$. За время dt заряд q_i переместится на расстояние $d\vec{l} = \vec{u}dt$. Закон Био-Савара-Лапласа свидетельствует о том, что движущийся со скоростью \vec{u} заряд q_i создает в точке M напряженность магнитного поля

$$\vec{H}_i = \frac{q_i}{4\pi r_i^3 dt} \left[\vec{u} \vec{r}_i \right] = \left[\vec{D}_i \right] = \epsilon\epsilon_0 \left[\vec{E}_i \right],$$

где ϵ – относительная диэлектрическая проницаемость окружающей среды, ϵ_0 – электрическая постоянная. Результирующий вектор напряженности магнитного поля в ней

$$\vec{H} = \sum_i \vec{H}_i = \epsilon\epsilon_0 \left[\vec{u} \sum_i \vec{E}_i \right] = \epsilon\epsilon_0 \left[\vec{E} \right],$$

где \vec{E} – вектор напряженности результирующего электрического поля зарядов цепочки. Направление вектора \vec{H} в точке M совпадает с направлением вектора $\vec{\omega}$ вращения сферы карданова подвеса, если заряды движущейся цепочки и сферы одинаковые.

Результирующий вектор напряженности магнитного поля в точке M можно представить так:

$$\vec{H} = \frac{q_i}{2\pi h d^2} \left[\vec{d} \right]$$

Отсюда следует, что под скоростью \vec{u} необходимо понимать упорядоченное движение зарядов цепочки вдоль параллельных прямых. Движение вдоль прямой, на которой они расположены, есть частный случай. Значение \vec{H} зависит как от величин векторов \vec{u} и \vec{d} , так и от угла между ними. Его изменение возможно только из-за зависимости векторов \vec{u} и \vec{d} от времени t .

Направление и величину вектора \vec{H} в точке M можно определять с помощью заряженной сферы карданова подвеса, но целесообразнее с помощью магнитной стрелки в виде катушки индуктивности с правовинтовой намоткой тонкого проводника на ферромагнитном сердечнике, яв-

лящемся одной из трех осей неподвижного карданова подвеса, по которому протекает постоянный ток (подключение катушки к источнику тока с помощью колец). Центр магнитной стрелки, имеющей минимальную массу, должен совпадать с точкой пересечения трех его осей вращения. Магнитная стрелка – катушка не только расположится перпендикулярно к плоскости, содержащей векторы \vec{u} и \vec{E} , но и начнет вращаться вокруг своей оси (как и заряженная сфера карданова подвеса). Из выражения для \vec{H} видно, что причиной «магнитного» проявления силовых полей зарядов q_i является их непрерывное, упорядоченное, однонаправленное движение со скоростью \vec{u} .

Электронейтральность любого вещества обусловлена тем, что количество положительных и отрицательных зарядов в нем одинаковое. При этом в любой момент времени распределение их по занимаемому объему таково, что напряженность результирующего электрического поля в любой точке как внутри, так и вне вещества равна нулю. Последнее возможно, если равные по величине положительные и отрицательные электрические заряды образуют взаимодействующие диполи, плоскости вращения которых имеют всевозможные ориентации в пространстве. Вращение диполей вокруг их центров масс обеспечивает их устойчивость. Такими диполями в веществе являются атомы (молекулы).

Вещества, в которых под действием внешнего электрического поля, характеризуемого вектором напряженности $\vec{E}_{вн}$, заряды хотя бы одного знака приходят в направленное, упорядоченное движение, называются проводниками. Как только заряды проводника начинают двигаться вдоль силовых линий $\vec{E}_{вн}$, в точке M пространства возникает магнитное поле, результирующий вектор напряженности которого

$$\vec{H} = \varepsilon\varepsilon_0 \vec{u} \times \vec{E},$$

где \vec{u} – средняя скорость направленного, упорядоченного движения зарядов, \vec{E} – вектор напряженности электрического поля движущихся зарядов. Наличие скорости \vec{u} свидетельствует о том, что следует ожидать и вращения заряженной сферы карданова подвеса, помещенного в точку M .

§5. Силовые взаимодействия движущихся электрических зарядов

Рассмотрим систему двух длинных цепочек одинакового по количеству и величине точечных зарядов, у одной из которых они положительные, а у другой отрицательные. Эти цепочки расположены на параллельных прямых, расстояние S между которыми сравнимо с расстояниями h_1 и h_2 между их зарядами. В точке M пространства, находящейся от концов цепочек на расстояниях значительно больших d_1 и d_2 вектор напряженности \vec{E} результирующего электрического поля данной системы зарядов равен нулю всегда. Значение же и направление вектора \vec{H} напряженности результирующего магнитного поля в ней зависят от состояния движения цепочек вдоль прямых (значений и направлений скоростей \vec{u}_1 и \vec{u}_2 движения). В случае, если цепочки покоятся или двигаются в одном направлении с равными скоростями, вектор \vec{H} равен нулю. Дело в том, что результирующий вектор $\vec{H} = \vec{H}_1 + \vec{H}_2$, а векторы

$$\vec{H}_1 = \varepsilon\varepsilon_0 \vec{u}_1 \times \vec{E}_1 \quad \text{и} \quad \vec{H}_2 = \varepsilon\varepsilon_0 \vec{u}_2 \times \vec{E}_2,$$

обусловленные движением цепочек со скоростями \vec{u}_1 и \vec{u}_2 , равны по модулю и направлены в противоположные стороны. Если же относительная скорость движения цепочек отлична от нуля, то вектор \vec{H} в точке M отличен от нуля.

Пусть две длинные цепочки одинаковых по количеству и величине точечных зарядов, у одной из которых они положительные, а у другой либо положительные, либо отрицательные, расположены на скрещивающихся прямых. Расстояния между зарядами первой цепочки h_1 , а второй h_2 . Каждая из этих цепочек двигается вдоль своей прямой. Точка M находится на прямой движения второй цепочки. Двигающиеся со скоростью \vec{u}_1 заряды первой цепочки создают в ней магнитное поле, вектор напряженности которого

$$\vec{H}_1 = \varepsilon\varepsilon_0 \vec{u}_1 \times \vec{E}_1,$$

где \vec{E}_1 – вектор напряженности результирующего электрического поля зарядов первой цепочки. За время dt заряд q_k второй цепочки, находящийся в точке M , переместится на расстояние

$d\vec{l}_2 = \vec{u}_2 dt$. По закону Ампера на заряд q_k , движущийся в магнитном поле с напряженностью \vec{H}_1 , действует сила

$$\vec{F}_k = \frac{q_k}{dt} \left[\vec{l}_2 \vec{B}_1 \right] = q_k \left[\vec{l}_2 \vec{B}_1 \right]$$

или

$$\vec{F}_k = \mu \mu_0 q_k \left[\vec{l}_2 \vec{H}_1 \right],$$

где μ – относительная магнитная проницаемость окружающей среды, μ_0 – магнитная постоянная. Подставляя сюда выражение для \vec{H}_1 , получаем

$$\vec{F}_k = \mu \mu_0 \varepsilon \varepsilon_0 q_k \left[\vec{l}_2 \left[\vec{E}_1 \right] \right] = \frac{q_k}{v^2} \left[\vec{u}_2 \left(\vec{E}_1 \right) \right] \left[\vec{E}_1 \left(\vec{u}_2 \right) \right],$$

где v – скорость распространения изменения взаимодействия между соседними МЭЧ силовых полей зарядов. Первое слагаемое выражает зависимость силы от угла между векторами \vec{u}_2 и \vec{E}_1 , а второе – между векторами \vec{u}_1 и \vec{u}_2 . Если длины цепочек сравнимы и их середины находятся вблизи точек общего перпендикуляра к прямым движения, то угол между векторами \vec{u}_2 и \vec{E}_1 равен примерно $\frac{\pi}{2}$. В этом случае сила

$$\vec{F}_k = -\frac{u_1 u_2}{v^2} q_k \vec{E}_1,$$

т. е. зависит только от угла между векторами \vec{u}_1 и \vec{u}_2 . В частности, при $\vec{u}_1 \uparrow \uparrow \vec{u}_2$ сила

$$\vec{F}_k = -\frac{u_1 u_2}{v^2} q_k \vec{E}_1,$$

а при $\vec{u}_1 \uparrow \downarrow \vec{u}_2$

$$\vec{F}_k = \frac{u_1 u_2}{v^2} q_k \vec{E}_1.$$

Участок второй цепочки длиной l содержит $n = \frac{l}{h_2}$ точечных зарядов. Результирующая сила, действующая на них,

$$\vec{F}_2 = \sum_{k=1}^n \vec{F}_k = \sum_{k=1}^n \mu \mu_0 \varepsilon \varepsilon_0 q_k \left[\vec{l}_2 \left[\vec{E}_1 \right] \right]$$

Если принять, что вектор напряженности \vec{E}_1 результирующего поля первой цепочки, действующий на каждый из этих зарядов, остается постоянным, то результирующая сила

$$\vec{F}_2 = \frac{1}{v^2} \sum_{k=1}^n q_k \left[\vec{u}_2 \left(\vec{E}_1 \right) \right] \left[\vec{E}_1 \left(\vec{u}_2 \right) \right]$$

При движении цепочек вдоль параллельных прямых результирующая сила, действующая на n точечных зарядов второй цепочки

$$\vec{F}_2 = -\sum_{k=1}^n q_k \frac{\left(\vec{u}_1 \vec{u}_2 \right)}{v^2} \vec{E}_1.$$

Равенство величин зарядов позволяет формулу для результирующей силы, действующей на участок второй цепочки, находящийся от концов первой цепочки на расстояниях, значительно больших d_1 представить так:

$$\vec{F}_2 = \frac{q_i q_k}{2\pi\epsilon\epsilon_0 d_1^2} \frac{n}{v^2 h_1} \left[\vec{u}_2 \left[\vec{d}_1 \vec{E}_1 \right] \right],$$

где n – число зарядов участка второй цепочки. Видим, что сила \vec{F}_2 непосредственно выражается через силу электрического взаимодействия зарядов цепочек. Ее численное значение зависит от величин векторов \vec{u}_1 , \vec{u}_2 , \vec{d}_1 и углов между ними.

Сила \vec{F}_2 определяет собой сущность проявления «электромагнитного» взаимодействия на расстоянии, обусловленного изменением напряженностей электрических полей зарядов первой цепочки, вызванного их движением. Она лежит в основе действия всех электромагнитных устройств (в частности, радиотехнических). Скорость распространения электромагнитных волн есть не что иное, как скорость v изменения взаимодействия между соседними МЭЧ силовых полей зарядов первой цепочки, являющихся их возбудителями. Электромагнитные волны не есть выбросы порций МЭЧ их силовых полей.

Допустим, что заряды первой цепочки двигаются вдоль прямой со скоростью, изменяющейся по закону

$$\vec{u}_1 = \vec{u}_{01} \sin(\Omega_1 t + \alpha_1)$$

где Ω_1 – циклическая частота колебаний. В этом случае в точке M вектор напряженности \vec{E}_i электрического поля i -го заряда будет меняться, а результирующего поля \vec{E}_1 сохраняться. Результирующий же вектор напряженности магнитного поля в ней будет определяться соотношением

$$\vec{H}_1 = \epsilon\epsilon_0 \left[\vec{u}_{01} \sin(\Omega_1 t + \alpha_1) \vec{E}_1 \right] = \epsilon\epsilon_0 \sin(\Omega_1 t + \alpha_1) \left[\vec{u}_{01} \vec{E}_1 \right].$$

Видим, что амплитуда \vec{H}_1 тем больше, чем больше величины \vec{u}_{01} и \vec{E}_1 .

На двигающийся вдоль прямой со скоростью \vec{u}_2 участок второй цепи длиной l , содержащий $n = \frac{l}{h_2}$ точечных электрических зарядов, в точке M действует результирующая сила

$$\vec{F}_2 = \frac{1}{v^2} \sum_{k=1}^n q_k \sin(\Omega_1 t + \alpha_1) \vec{u}_{01} (\vec{u}_2 \vec{E}_1) - \vec{E}_1 (\vec{u}_{01} \vec{u}_2).$$

Если скорость движения зарядов и второй цепочки определяется синусоидальным законом $\vec{u}_2 = \vec{u}_{02} \sin(\Omega_2 t + \alpha_2)$, то результирующая сила, действующая на них

$$\vec{F}_2 = \frac{1}{v^2} \sum_{k=1}^n q_k \sin(\Omega_1 t + \alpha_1) \sin(\Omega_2 t + \alpha_2) \vec{u}_{01} (\vec{u}_{02} \vec{E}_1) - \vec{E}_1 (\vec{u}_{01} \vec{u}_{02}).$$

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Аппель, П. Теоретическая механика. Динамика системы. Аналитическая механика / П. Аппель. – М.: ФМЛ, 1969. – Т. II. – 487 с.
2. Мухин, К. Н. Экспериментальная ядерная физика. Физика элементарных частиц / К. Н. Мухин. – М.: Энергоатомиздат, 1983. – Т. II. – 376 с.
3. Яворский, Б. М. Справочник по физике / Б. М. Яворский, А. А. Детлаф. – М.: ФМЛ., Наука, 1977. – 942 с.