

Николаев С.А.

В своей статье я хотел бы проанализировать гипотезу Луи де Бройля о корпускулярно-волновом дуализме частиц, а так же имеющиеся опытные подтверждения справедливости этой гипотезы. Анализ этих вопросов я буду проводить, основываясь на данных приведённых в электронном учебнике по физике, подготовленном преподавателями весьма уважаемого учебного заведения – Университета им. Баумана [1]. Вот как представлена гипотеза де Бройля в этом учебнике:

В 1924 г французский физик *Луи де Бройль* выдвинул смелую гипотезу, согласно которой корпускулярно-волновой дуализм имеет универсальный характер. Согласно *гипотезе де Бройля* каждая материальная частица обладает волновыми свойствами, причем соотношения, связывающие волновые и корпускулярные характеристики частицы остаются такими же, как и в случае электромагнитного излучения. Напомним, что энергия E и импульс p фотона связаны с круговой частотой ω и длиной волны λ соотношениями

$$E = \hbar\omega, \quad p = \hbar k = 2\pi\hbar/\lambda.$$

По гипотезе де Бройля движущейся частице, обладающей энергией E и импульсом p соответствует волновой процесс, частота которого равна

$$\omega = E/\hbar \tag{2.1}$$

а длина волны

$$\lambda_B = 2\pi\hbar/p \tag{2.2}$$

Формула (2.1), (по нумерации в учебнике), происходит из формулы Планка, для минимальной порции электромагнитного излучения (света). На мой взгляд, такое вольное трактование связи кинетической энергии движущейся частицы с частотой некоторого волнового процесса, присущего по большому счёту только волнам или каким либо колебательным процессам (источникам колебаний) является некоторой натяжкой. Однако предположим, что эта гипотеза действительно есть гениальное прозрение. Посмотрим, насколько такая гипотеза соответствует простому определению волны. Вот определение волны, приводящееся в электронной энциклопедии (<http://dic.academic.ru/>):

Волна́ — изменение состояния среды (возмущение), распространяющееся в этой среде и переносящее с собой энергию. Другими словами: «...волнами или волной называют изменяющееся со временем пространственное чередование максимумов и минимумов любой физической величины, например, плотности вещества, напряжённости электрического поля, температуры^[1]».

На мой взгляд, это самое точное определение понятия – волна. В нём имеются два основных отличительных свойства волны.

1. Волна это процесс возмущения среды, т. е. возможен исключительно в какой либо среде.
2. Волна характеризуется процессом переноса энергии без переноса вещества.

Теперь посмотрим, соответствует ли этим двум критериям волны де Бройля. Ни о какой среде распространения волн де Бройля ни в электронном учебнике университета, ни в других учебниках или иных источниках ни какой информации не приводится. С другой стороны при движении частицы, например электрона, мы имеем дело как с переносом энергии (кинетическая энергия частицы), так и с переносом вещества (собственно сама частица). Т. е. не выполняются два основополагающих момента в определении понятия волна. Из этого напрашивается закономерный вывод, что волна де Бройля волной по своей сути не является.

Однако для де Бройля и учёных поддерживающих его гипотезу именно принадлежность явления «волна де Бройля» к волнам является очень важной. Сама идея дуализма волна – частица применительно к частицам родилась, как мне кажется, в попытке решить парадокс, связанный с моделью атома Резерфорда-Бора. Парадокс заключается в том, что электрон, как заряженная частица,

вращаясь вокруг атома по круговой орбите с ускорением, должен был излучать электромагнитную волну, теряя при этом энергию и, в конце концов, достаточно быстро упасть на положительно заряженное ядро под действием кулоновских сил. Однако на практике ни чего подобного не наблюдается. Если бы удалось опытным путём доказать гипотезу де Бройля, то можно было бы представить вращающийся вокруг ядра атома электрон, как стоячую волну. Как известно при наличии стоячей волны, излучения в окружающую среду не происходит. Указанный парадокс был бы решён.

Я могу привести, как вариант, и другой способ разрешения этого парадокса. Достаточно предположить, что электрон, как впрочем, и другие элементарные частицы, не имеют такого свойства, как заряд. И тогда проблема отсутствия излучения при вращении электрона вокруг ядра атома совершенно легко разрешается. Свои соображения по отсутствию такого свойства у элементарных частиц как заряд, я подробно изложил в своей статье [2].

Есть ещё один неоднозначный момент в гипотезе де Бройля, как минимум в представлении некоторых учёных. Вот выдержка по этому поводу из Википедии:

Волны де Бройля — волны вероятности (или волны амплитуды вероятности^[1]), определяющие плотность вероятности обнаружения объекта в заданной точке конфигурационного пространства. В соответствии с принятой терминологией говорят, что волны де Бройля связаны с любыми частицами и отражают их волновую природу.

Что такое вероятность? Это чисто абстрактное математическое значение, отражающее процент того или иного исхода какого либо вероятностного события или явления. Волна же, исходя из определения, это процесс изменения плотности среды. Совершенно очевидно, что абстрактное число и реальный физический процесс не являются одним и тем же явлением. Так что представление волн де Бройля, как физически существующих волн является не просто «натяжкой», а просто каким-то глумлением над материальным физическим мироустройством. Исходя из вышеперечисленных фактов, можно сделать вывод, что «волны де Бройля» к реальным волнам не имеют ни какого отношения.

Можно конечно предположить, что это есть некоторое другое реальное физическое явление, весьма сходное по своим свойствам с волнами. Обратимся в связи с этим к опытам, которые должны со всей очевидностью подтвердить, что такое явление, как волны де Бройля реально существуют и к тому же ведут себя именно, как волны.

В выше упомянутом электронном учебнике приводятся некоторые из опытов, призванных подтвердить наличие у частиц волновых свойств. Первым представлен опыт К. Дэвиссона и Л. Джермера, проведённый ими в 1927 г. В учебнике даётся достаточно подробное описание установки, на которой были произведены опыты по наблюдению дифракции электронов на кристалле никеля. Однако в описании установки отсутствует одна существенная деталь. Не указывается способ и устройство механизма по повороту датчика вторичного луча, отражённого от кристалла никеля, хотя в описании опыта об изменении угла наблюдения интенсивности отражённого луча говорится совершенно определённо. Почему я заостряю на этом внимание? Да потому, что вся установка представляет собой герметичную вакуумную камеру. Чтобы сохранять в камере достаточно сильное разряжение, она должна быть абсолютно герметичной. В связи с этим представляется затруднительным вывести наружу камеры, какой либо механизм для изменения угла датчика отражённых электронов прямо во время эксперимента. В то же время ни одного слова нет и о том, что бы положение датчика менялось при разгерметизации камеры, и снятие каждого значения интенсивности отражённого луча происходило с разгерметизацией камеры и последующей откачкой воздуха, до получения необходимой степени вакуума. На Рис. 1 представлена фотография физиков К. Дэвиссона и Л. Джермера вместе со своей установкой. Небольшие размеры установки позволяют сомневаться в наличии устройства по изменению положения датчика отражённых электронов, без необходимости разгерметизации вакуумной камеры.



Рис. 1

В то же время, на рисунках графиков, полученных во время проведения опытов видны характерные точки, призванные убедить нас, что снятие показаний интенсивности отражённого луча производилось под разными углами.

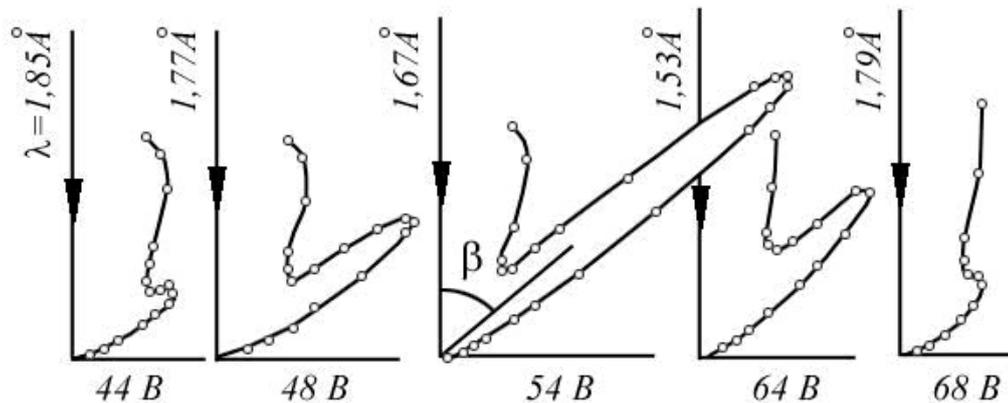


Рис. 2

На Рис. 2 представлены графики, приведённые в электронном учебнике. С одной стороны, эти графики могут свидетельствовать о том, что при определённом напряжении, т. е. при определённой длине волны движущихся электронов, наблюдается максимум на определённом угле наблюдения отражённого пучка электронов. С другой стороны, если показания интенсивности отражённого пучка снимались под разными направлениями, то просто так напрашивается график зависимости направления максимальной интенсивности отражённого луча от ускоряющего напряжения. Такой график свидетельствовал бы, что максимум интенсивности отражённого пучка электронов смещался бы на некоторый угол при изменении ускоряющего напряжения на электронной пушке. И этот факт в большей степени свидетельствовал бы в пользу волновых свойств электронов. Факт наличия максимума на определённом угле отклонения вторичного пучка лишь косвенно свидетельствует о волновом характере электронов бомбардирующих кристалл никеля. Наличие такого максимума, как вариант, можно объяснить резонансом атомов никеля или резонансом атомной решётки никеля в совокупности. В удалении от резонанса атомы никеля в значительной степени поглощают энергию падающего на них пучка электронов, и отражённый пучок имеет малую интенсивность. При некоторой энергии первичного пучка электронов наступает резонанс в атомах никеля (или в пространственной решётке никеля), приводящий к максимальному отражению первичного пучка и резкому усилению интенсивности отражённого пучка. В соответствии с формулой Брэгга-Вульфа для любой длины волны де Бройля найдётся свой угол отклонения от падающего луча, соответствующий максимальной интенсивности отражённого луча. Отсутствие графика, отражающего такую зависимость, как минимум говорит о неполноценно проведённом эксперименте, а как максимум о банальном подлоге в интерпретации результатов, полученных при проведении данного опыта.

Как мне кажется, порядок опытов был таким. Единоразово была измерена интенсивность вторичного пучка отражённых электронов под разными углами отражения. При этом положение датчика вторичного излучения менялось с разгерметизацией вакуумной камеры и последующей откачкой воздуха. После определения угла максимальной интенсивности отражённого луча изменение угла датчика отражённого сигнала уже не проводилось, а изменялось только ускоряющее напряжение на электронной пушке. Приводимые графики свидетельствуют именно в пользу такого сценария проведения опыта.

Ещё одним результатом проведённого опыта является график, представленный в электронном учебнике и дублируемый мной в этой статье на Рис. 3:

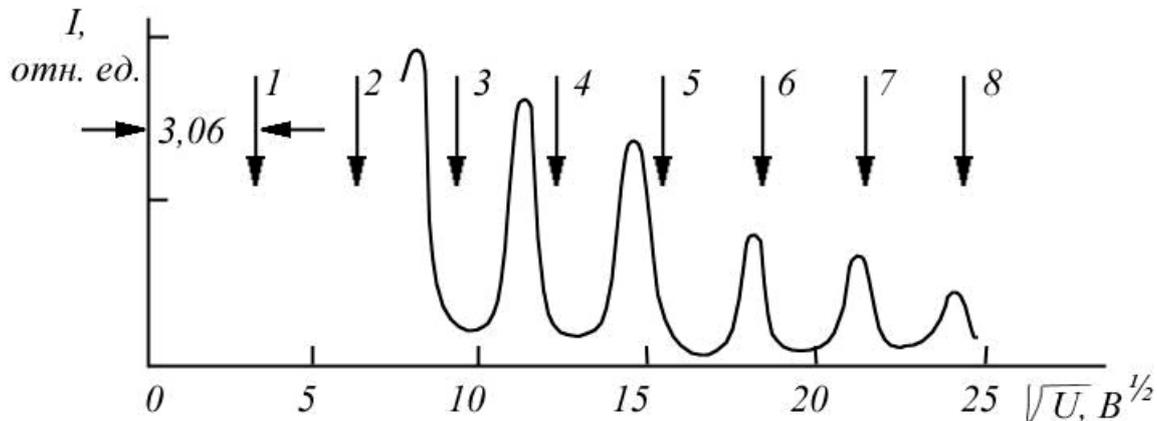


Рис. 3

На этом графике видно, что с повышением ускоряющего напряжения на электронной пушке наблюдается появление новых максимумов в интенсивности отражённого луча на уже заранее выбранном и не изменяемом угле. Что смущает в этом графике? А смущает собственно тот факт, что с увеличением энергии первичного пучка (повышение значения ускоряющего напряжения электронной пушки) уменьшается значение интенсивности отражённого пучка. Вызывает большое сомнение тот факт, что с увеличением энергии первичного пучка, отражённый пучок теряет свою энергию.

Ещё один фактор, вызывающий сомнение, это подбор ускоряющего напряжения на электронной пушке. Ускоряющее напряжение на электронной пушке выбрано таким образом, что длина волны де Бройля сопоставима с шагом кристаллической решётки никеля. Вот, что об этом сказано в электронном учебнике:

В опытах Дэвиссона и Джермера максимальное отражение электронов наблюдалось при ускоряющей разности потенциалов $U = 54$ В, что соответствует де Бройлевской длине волны

$$\lambda_B = \frac{2\pi\hbar}{\sqrt{2m_e eU}} = 0,167 \text{ нм}.$$

Длина волны, определяемая из условия Брэгга-Вульфа (2.10) для постоянной решетки никеля $d = 2,15 \cdot 10^{-10}$ м равнялась $\lambda_B = 0,165$ нм. Это совпадение экспериментальных и расчетных значений λ_B служит прекрасным подтверждением гипотезы де Бройля о наличии у частиц волновых свойств.

Из приведенного фрагмента видно, что $d = 0,215$ нм, а $\lambda_B = 0,165$ нм, и это говорит о том, что период решётки и длина волны де Бройля сопоставимы. В этом случае, действительно существует лишь один максимум интенсивности отражённого пучка на угле отклонения от 0° до 90° . Но если повысить ускоряющее напряжение в несколько раз, то возможно наблюдение нескольких максимумов на различных углах отклонения датчика вторичного отражённого пучка, в диапазоне угла наблюдения от 0° до 90° . Эта ситуация совершенно аналогична наблюдению дифракционной картины для света на дифракционной решётке. Если число штрихов дифракционной решётки велико, то угол рассеяния вторичных лучей велик, и можно отчётливо наблюдать, лишь один спектр разложения белого света,

занимающий большой телесный угол. Если число штрихов мало, то можно наблюдать целую серию спектров, повторяющихся на разных углах отклонения света от нормали падающего света. По аналогии с этим, если повысить ускоряющее напряжение на электронной пушке, и соответственно уменьшить длину волны де Бройля для электрона, то можно наблюдать несколько максимумов на различных углах отклонения отражённого пучка электронов. И этот факт совершенно достоверно говорил бы о волновых свойствах электрона. Описания подобного эксперимента не приводится, что говорит о неполноценном эксперименте, не гарантирующем стопроцентно волновой характер взаимодействия частиц (электронов) с мишенью (кристалл никеля).

На Рис. 4 представлена фотография красивой картины падения капель воды, на водную поверхность. Фотография принадлежит Ejbо Jeddah и взята мной из интернета.



Рис. 4

Если присмотреться к «короне», образовавшейся из воды, то не трудно заметить, что если взять сечение этой «короны», оно в точности повторит график на Рис. 2. Ни о каких волнах де Бройля в этом случае говорить не приходится, имеет место механическое упругое столкновение капель воды с водной поверхностью. Однако картина происходящего идентична опыту Дэвиссона и Джермера.

При современном развитии технологий весьма легко повторить опыт К. Дэвиссона и Л. Джермера и при этом автоматизировать установку так, чтобы изменение угла положения датчика отражённого сигнала происходило бы под управлением компьютера автоматически, как и изменение ускоряющего напряжения электронной пушки. Построение таблиц результатов и графиков, соответствующих им так же производилось бы автоматически, и исключало бы любой человеческий фактор. Результаты такого опыта могли бы полностью, либо подтвердить, либо опровергнуть гипотезу де Бройля. Учитывая то, что такой опыт до их пор не был осуществлен, а учебники отсылают нас к отдалённому и весьма не совершенному и не полному опыту, возникает ощущение, что опыт Дэвиссона и Джермера нельзя признать опытом на все сто процентов подтверждающим гипотезу де Бройля.

Далее в электронном учебнике приводится пример ещё одного опыта, призванного доказать волновые свойства электрона. Этот опыт произвёл в том же 1927 г. Дж. П. Томсон. На Рис. 5 представлена схема проведения опыта, взятая из рассматриваемого мной в статье электронного учебника. На Рис. 6 изображены результаты опыта, а именно концентрические окружности потемнений на фотопластинке от попадания в эти точки дифрагировавших электронов. В этом опыте пучок электронов пропускается через поликристаллическую фольгу, а результат наблюдается на фотопластинке, по засвеченным участкам.

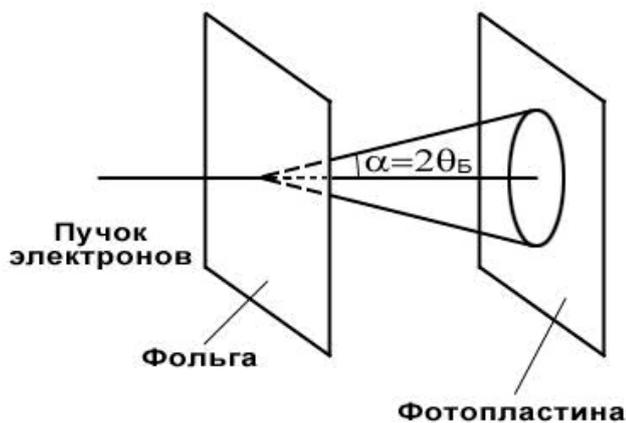


Рис. 5

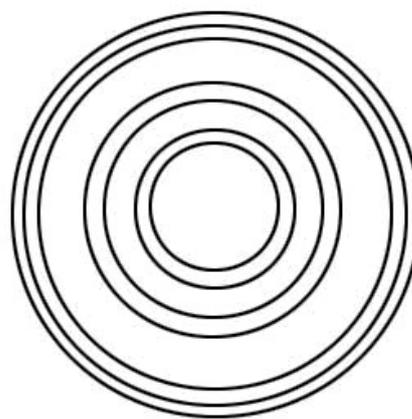


Рис. 6

Что сразу же бросается в глаза, при взгляде на схему проведения опыта и результаты, полученные на фотопластинке? А то, что и схема опыта и его результаты напоминают так же широко известный опыт Э. Резерфорда. Разница лишь в том, что Резерфорд бомбардировал золотую фольгу альфа-частицами. Ещё эта схема напоминает изучение строения материалов с помощью рентгенографии. Замечу, что обоснование полученного изображения в различных опытах разное. Резерфорд объясняет отклонение альфа-частиц, имеющих положительный электрический заряд, отталкиванием их в сторону, при прохождении вблизи положительно заряженных ядер атомов золота.

Томсон объясняет отклонение электронного пучка волновыми свойствами электронов. Рентгеновские лучи отклоняются так же из-за волновых свойств этого излучения, а именно из-за дифракции на атомах вещества. Следует заметить, что электроны в опыте Томсона также имеют заряд, только отрицательный и его участие во взаимодействии с атомами поликристаллической фольги почему-то ни как не рассматривается. Все три случая имеют явно сходные результаты опыта, но вот источники облучения разные и объяснения результатов также разные. Почему-то очень напрашивается вывод, что причины наблюдаемых явлений во всех этих опытах одни и те же.

А предложенные объяснения авторов опытов, это всего лишь гипотезы, а не реальное описание наблюдаемых процессов.

Я провёл у себя на кухне опыт, подобный выше описанным, но только с макрообъектами, и получил абсолютно сходные результаты.

Этот опыт может повторить самостоятельно любой желающий. Суть опыта проста. Я взял вместо тонкой фольги кусок штукатурной сетки с шагом ячеек 5мм. Вместо источника частиц взял струю воды из водопроводного крана. В первом приближении штукатурная сетка весьма напоминает атомную решётку золотой фольги. Струя воды это такой же пучок частиц, как и пучок электронов. Отличие только в том, что молекулы воды крупнее электронов и альфа-частиц и, в отличие от них, электрически нейтральны. Я направил струю воды на один слой сетки и на дне раковины увидел картину аналогичную картине, наблюдаемой при просвечивании тонких плёнок материала на рентгеновском или электронном микроскопе. Падающая струя воды, после прохождения через сетку разбилась в основном на четыре более тонких струи, давая тем самым некоторое представление о структуре пространственной решётки в виде сетки. Эти струи отклонялись от направления первичной струи на некоторый угол.

Я попробовал изменять напор струи по подобию с опытом К. Дэвиссона и Л. Джермера. К своему изумлению я увидел результаты подобные графикам на Рис. 2, позаимствованных мной из электронного учебника. При слабом напоре угол отклонения вторичных струй был невелик, и их интенсивность была также невелика. При чуть большем напоре угол отклонения вторичных струй увеличился вместе с их интенсивностью. При ещё более увеличенном напоре угол отклонения вторичных струй снова уменьшился, самих струй стало значительно больше, а интенсивность каждой отдельной вторичной струи уменьшилась. Картина практически один в один повторяла опыт Дэвиссона и Джермера. Однако объяснение, которое пришло мне на ум, несколько отличается от объяснения этих учёных.

Отклонение вторичных струй вызвано простым механическим упругим столкновением частиц воды с сеткой. Зависимость угла отклонения и интенсивность вторичных струй объясняется двумя факторами. Безусловно, ни о каких волновых свойствах молекул воды не может идти речи. Поведение

вторичных струй зависит с одной стороны он напора первичной струи, с увеличением напора растёт угол отклонения и интенсивность вторичных струй. Второй фактор это время взаимодействия молекул воды с сеткой. С ростом напора воды, время взаимодействия воды с сеткой уменьшается, и это приводит к уменьшению отклонения вторичных струй в сторону. Два этих фактора приводят к образованию максимального отклонения вторичных струй при определённом напоре первичной струи.

Ещё я попробовал пропускать струю воды из под крана через несколько слоёв штукатурной сетки. Картина после прохождения трёх слоёв сетки стала очень напоминать результат опыта Томсона. В результате большого числа преломления струй (рикошета), вторичные струи на выходе сложились в подобие конуса, т. е. на дне раковины получилась концентрическая окружность. Поскольку молекулы воды электрически нейтральны (не имеют выраженного заряда) и их волновые свойства по теории де Бройля лежат далеко за пределами возможности наблюдения, я делаю вывод, что описанные мной явления являются чисто механическими. С большой долей вероятности, учитывая результаты опытов, можно утверждать, что и в опыте Дэвиссона и Джермера, опыте Томсона, и опыте Резерфорда, наблюдаемые результаты тоже являются следствием чисто механического упругого взаимодействия пучка частиц и «мишени».

Далее в учебнике приводиться опыт В. Фабриканта, проведённый им в 1949 г. Описание установки, на которой был произведён опыт, не приводиться. Главная мысль, выносимая из этого опыта та, что в нём использовался поток электронов столь слабой интенсивности, что электроны вылетали из электронной пушки поодиночке. Результат опыта был аналогичен опыту Томсона, а следовательно волновые свойства принадлежат именно отдельному электрону, а не «коллективу» электронов в пучке. Я попытался найти в интернете более подробное описание этого опыта и нашёл статью [3]. В ней чуть подробнее описывается этот опыт, что проведён он был коллективом учёных в Московском Энергетическом институте им. Молотова в составе Л. Биберман, Н. Сушкин, В. Фабрикант на переделанном электронном микроскопе. Вот очень важная цитата из этой статьи:

Измерение интенсивности слабого пучка дало значение $4,2 \cdot 10^3$ электрон в секунду. Отсюда среднее время между двумя прохождениями электронов в прибор равно $2,4 \cdot 10^{-4}$ сек.

К математическим вычислениям нет абсолютно никаких претензий, но вот к выводу, что электроны вылетают из электронной пушки поодиночке, претензии есть и вполне обоснованные. Математические действия ни как не могут подтвердить факт одиночного испускания электронов. Приведу простой пример. Через широкую раздвижную дверь в аэропорту пассажиры входят внутрь здания. Одновременно через дверь может войти и один и несколько человек. Разделив 24 часа на количество человек прошедших через дверь за сутки, мы не получим среднее время между проходом двух пассажиров.

В качестве обоснования неправомерного вывода, сделанного учёными, приведу ещё одну аналогию. Рассмотрим в качестве источника частиц водопроводный кран. Невозможно сделать такой кран, чтобы из него вода капала по одной молекуле. Даже если кран открыт совсем чуть-чуть, то вода сначала собирается на ободке носика крана в каплю, и только по достижению ей некоторой критической массы она срывается и падает вниз. Сила поверхностного натяжения удерживает воду на кончике носика крана, и пока вес капли не превысит силу поверхностного натяжения, капля не отрывается от крана. Мне кажется, что эта аналогия очень хорошо подходит и к электронной пушке. Электроны поодиночке не могут вылетать из электронной пушки, особенно если признать наличие эфира в пространстве и внутри вакуумной установки в том числе.

Частицы эфира имеют скорость и энергию выше, чем энергия одного электрона и они препятствуют его отрыву от поверхности катода. Они создают для электронов катода своего рода силу поверхностного натяжения. И только собравшись в сгусток электронов существенной массы, этот сгусток будет иметь достаточную суммарную энергию для отрыва от катода. Неубедительное обоснование вылета из электронной пушки одиночных электронов сводит ценность опыта указанных учёных в доказательстве волновых свойств электрона к нулю.

Следующий опыт, приводимый в электронном учебнике, в качестве доказательства существования волн де Бройля, это опыт Рамзауэра. В опыте Рамзауэра рассматривается прохождение электронного пучка слабой интенсивности через сильно разреженную среду инертного газа (например, аргона). Установка, применённая для этого самим Рамзауэром, достаточно сложна и в тоже время не лишена ряда недостатков. Гораздо проще анализировать этот опыт так, как это делается в

лабораторных работах физических факультетов различных высших учебных заведений. А именно с использованием для наблюдения эффекта Рамзауэра обычной радиолампы тиратрона (например, типа ТГЗ 0,1-0,3), заполненной ксеноном. Описание установки, порядок проведения опыта, все графики и выводы из опыта, а так же все теоретические обоснования можно найти в методическом указании по проведению лабораторной работы Московского Государственного Университета [4]. При изменении ускоряющего напряжения на сетке тиратрона в анодной цепи наблюдается участок с аномальным провалом значения анодного тока. Этот эффект объясняется с привлечением гипотезы де Бройля о волновом характере движущихся электронов. Во многих учебниках, а так же и в Википедии производится сравнение эффекта Рамзауэра с эффектом пятна Пуассона в оптике. Вот выдержка из Википедии:

Эффект, обнаруженный Рамзауэром, не мог быть объяснён в рамках классической физики и получил своё объяснение только в квантовой механике после введения гипотезы де Бройля ^[2]. В соответствии с этой гипотезой электрон обладает волновыми свойствами. В этом случае эффект Рамзауэра аналогичен эффекту пятна Пуассона в оптике. Роль «экрана» для электрона играет атом. Если длина волны де Бройля электрона сравнима с размером атома, то в результате дифракции электрона за атомом возникает максимум электронной волны — электрон «огibaет» атом без рассеяния на нём.

При более внимательном рассмотрении опыта Рамзауэра и опыта Пуассона, приходится, однако, признать, что ничего общего между ними нет. Попытка проведения подобной аналогии происходит, всё из той же идеи по доказательству, что «волны де Бройля», это такие же волны, как и световые. Обратите внимание, что в эффекте Пуассона можно наблюдать светлое пятно в области геометрической тени от предмета на экране, расположенном за предметом. С изменением длины волны света или расстояния от предмета до экрана можно наблюдать тень за предметом в виде концентрических светлых и тёмных областей, изменяющих своё положение за предметом. Объяснение этому явлению даёт интерференционная картина от вторичных когерентных источников света образовавшихся вдоль кромки освещаемого предмета. И этот факт однозначно указывает на волновой характер света. Но, на что следует обратить особое внимание. Интегральная освещённость экрана за предметом при всех выше указанных манипуляциях остаётся неизменной. Меняется только геометрическое положение освещённых и затемнённых участков, но общий уровень освещённости при этом не меняется.

А что мы наблюдаем в опыте Рамзауэра? В этом опыте невозможно наблюдать положение области тени за атомами инертного газа, в виду небольшого размера атомов. А фиксируется в опыте Рамзауэра анодный ток (или ток коллектора в оригинальной установке Рамзауэра), который по своей сути аналогичен интегральной освещённости в оптическом опыте. Эффект Рамзауэра, как раз и заключается в аномальном увеличении тока коллектора при небольшом значении ускоряющего напряжения, или иначе говоря в уменьшении значения эффективного рассеивания электронного потока на атомах инертного газа. Различие в опыте Пуассона и опыте Рамзауэра в том, что в первом опыте интегральная освещённость не меняется, а во втором меняется. Эффект Рамзауэра ни как нельзя рассматривать, как аналог эффекта Пуассона.

Теперь, что касается невозможности объяснить эффект Рамзауэра в рамках классической физики. Это утверждение так же ложно, как и сравнение эффекта Рамзауэра с эффектом пятна Пуассона. Достаточно сравнить опыт Рамзауэра с опытом Франка – Герца и сразу же можно заметить очень сильное сходство этих опытов. В особенности это заметно, если сравнивать описания лабораторных работ для наблюдения эффектов Рамзауэра и Франка – Герца. Описание лабораторной работы для наблюдения эффекта Франка – Герца можно посмотреть в [5]. Из сравнения описаний опыта [4] и [5] можно сделать вывод, что это практически один и тот же опыт, с небольшой модификацией. В одной лабораторной работе используется тиратрон ТГЗ 0,1-0,3, заполненный ксеноном, в другой -

ТГ1 0,1-0,3, заполненный аргоном. В схеме установке Франка – Герца имеется дополнительный источник питания между анодом и сеткой, создающий тормозящее напряжение для электронов. Добавлен он для отсеивания электронов неупруго взаимодействовавших с атомами инертного газа и отдавших часть своей кинетической энергии этим атомам. Этот способ позволяет более чётко увидеть на ВАХ тиратрона зоны неупругого взаимодействия электронного пучка с атомами инертного газа. Кроме этого, добавление в установку тормозящего напряжения несколько смещает зоны

неупругого взаимодействия электронов и атомов инертного газа в область более высоких значений ускоряющего сеточного напряжения. Результаты эффекта Франка – Герца имеют вполне классическое объяснение.

При неупругом взаимодействии электронов с атомами инертного газа, часть энергии электронов передаётся атому, приводя к его возбуждению. После чего эта энергия возбуждения расходуется на излучение атомом света в ультрафиолетовом спектре. Объяснение эффекта Франка – Герца не требует привлечения, ни каких квантовых явлений. А поскольку опыт Рамзауэра есть более простая модификация опыта Франка – Герца, то и этот опыт объясним с помощью обычной классической физики. О подобном сравнении опыта Рамзауэра и опыта Франка – Герца можно так же прочитать в статье С. Семикова [6].

На Рис.7 и Рис.8 представлены схемы установок для проведения опытов Рамзауэра и Франка-Герца соответственно, а так же типичные графики, полученные в результате этих опытов. Схемы нарисованы мной на основе схем, приведённых в описаниях лабораторных работ [4] и [5], графики по результатам опытов позаимствованы мной непосредственно из самих описаний лабораторных работ. При сравнении этих схем, видно их отличие, оно отмечено красной линией на Рис.8. Обе установки практически идентичны, графики по результатам обоих опытов так же подобны.

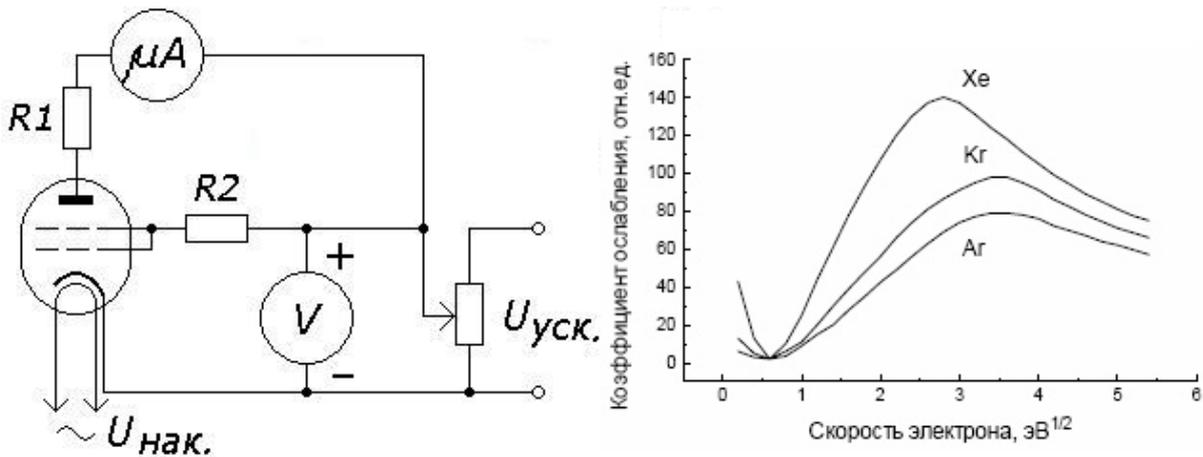


Рис. 7 Схема установки для опыта Рамзауэра и графики результатов.

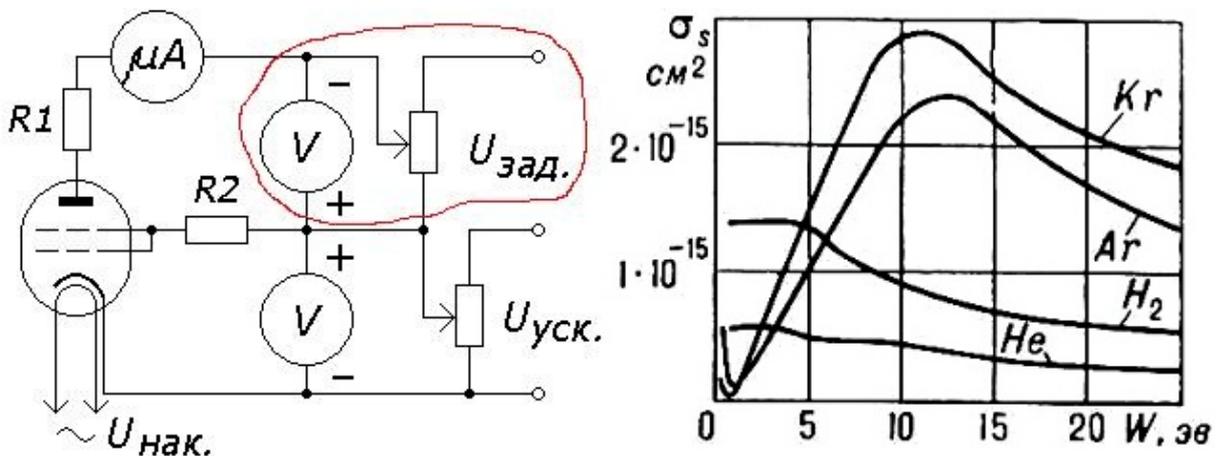


Рис. 8 Схема установки для опыта Франка-Герца и графики к нему.

Все вышеприведённые доводы по опыту Рамзауэра, на мой взгляд, позволяют сделать вывод о том, что указанный опыт не может служить доказательством существования волн де Бройля.

Других опытных подтверждений существования «волн де Бройля» в электронном учебнике не приводится. Однако есть ещё один опыт, который должен был подтвердить волновую природу частиц. Это опыт К. Йенсона по дифракции электронов на двух щелях, аналог опыта Юнга для света. Правда, упоминание этого опыта приводится не во всех учебниках. И сам этот факт наводит на мысль, что достоверность этого опыта вызывает большие сомнения. С описанием этого опыта я познакомился по учебнику [7]. Судя по приводимой схеме установки, указанный опыт проводился на

переделанном электронном микроскопе. В качестве «мишени» использовалась медная фольга с двумя щелями. И здесь начинается самое интересное. Основная трудность этого опыта, это, конечно же, сделать «мишень» с двумя щелями. Ведь размеры щелей должны быть сопоставимы с размерами между атомами. Никаким механическим инструментом такие щели получить невозможно. Остаётся теоретическая возможность проделать эти щели или лазером или электронной пушкой. Однако опыт был проделан Йенсоном в 1961г., а первый лазер был создан в 1960г. Т. Мейманом на кристалле рубина. Предел толщины сфокусированного пятна лазерного луча определяется длиной волны излучаемого лазером света, т. е. составляет порядок сотен нанометров. Остаётся одна единственная возможность сделать маленькие щели только с помощью электронной пушки. Но и эта задача весьма и весьма трудная. И тут следует обратить внимание на следующий факт. При ускоряющем напряжении в ~ 50 В (опыт Дэвиссона и Джермера) длина волны электрона $\sim 0,150$ нм, а в установке Йенсона используется ускоряющее напряжение 40 кВ. Для такого ускоряющего напряжения, длина волны электрона должна составлять величину порядка 10^{-4} нм. Т. е. для этого ускоряющего напряжения щели должны иметь размер в 1000 раз меньше, чем для небольшого ускоряющего напряжения, порядка нескольких десятков вольт. А ведь даже при небольшом ускоряющем напряжении размеры щелей должны составлять единицы нанометров. Все эти рассуждения приводят меня к выводу, что такой опыт ни как не мог быть проведён.

Анализ 5 вышеуказанных опытов по доказательству существования волн де Бройля приводит меня к выводу, что таких волн в реальном мире не существует. Ни один из опытов, призванных подтвердить существование волновых свойств у частиц, нельзя признать убедительным на 100 процентов. Гипотеза Луи де Бройля о волновых свойствах у частиц является ложной.

Литература:

1. «Квантовая физика. Физика в техническом университете Том 5.»
<http://fn.bmstu.ru/data-physics/library/physbook/tom5/content.htm>
2. «О природе вещей 2.» Николаев С. А.
<http://www.sciteclibrary.ru/rus/catalog/pages/13273.html>
3. «Успехи физических наук» 1949 г. Август 7V XXXVIII, вып. 4
http://ufn.ru/ufn49/ufn49_8/Russian/r498e.pdf
4. Московский Государственный Университет им. М.В.Ломоносова
Физический факультет
Кафедра физической электроники
Специальный физический практикум лаборатории газовых разрядов
«Изучение процесса упругих соударений электронов с атомами газа в присутствии эффекта Рамзауэра.»
<http://physelec.phys.msu.ru/study/gas/ramzauer.pdf>
5. НПО Учебной техники «ТУЛАНАУЧПРИБОР»
Методическое руководство по выполнению лабораторной работы ФКЛ-6
«Определение резонансного потенциала атома инертного газа (ртути). Опыт Франка и Герца».
<http://physexperiment.narod.ru/methodics/fkl6.pdf>
6. «Электрон – волна ли?» С. Семиков
<http://ritz-btr.narod.ru/Evol/evol.html>
7. «Физика. Полный курс примеры, задачи, решения.» Джей Орир