МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ

федеральное государственное бюджетное учреждение

высшего образования

**«КУБАНСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ»**

**(ФГБОУ ВО КубГУ)**

**РЕФЕРАТ**

Тема: Многообразие форм материи. Структурные уровни организации материи.

Работу выполнила: Евдокимова А.П.

Проверяющий: Овчинникова М. А.

Преподаватель: Морева Л. Я.

Художественно-графический факультет, ОФО 4 курс 2 группа

Краснодар 2020

1. Введение.

Весь окружающий нас мир представляет собой движущуюся материю в её бесконечно разнообразных формах и проявлениях, со всеми её свойствами, связями и отношениями. Рассмотрим подробнее, что же такое материя, а так же ее структурные уровни.

В основе представлений о строении материального мира лежит системный подход, согласно которому любой объект материального мира, будь то атом, планета, организм или галактика, может быть рассмотрен как сложное образование, включающее в себя составные части, организованные в целостность. Для обозначения целостности объектов в науке было выработано понятие системы. Система представляет собой совокупность элементов и связей между ними.

Понятие “элемент” означает минимальный, неделимый компонент в рамках системы (только по отношению к данной системе).Совокупность связей между элементами образует структуру системы.

Весь окружающий нас мир представляет собой движущуюся материю в ее бесконечно разнообразных проявлениях, со всеми ее свойствами, связями и отношениями. Рассмотрим подробнее, что же такое материя, а так же ее структурные уровни.

В самом общем виде материя представляет собой бесконечное множество всех сосуществующих в мире объектов и систем, совокупность их свойств, связей, отношений и форм движения. При этом она включает в себя не только все непосредственно наблюдаемые объекты и тела природы, но и все то, что не дано нам в ощущениях. Весь окружающий нас мир -это движущаяся материя в ее бесконечно разнообразных формах и проявлениях, со всеми свойствами, связями и отношениями. В этом мире все объекты обладают внутренней упорядоченностью и системной организацией. Упорядоченность проявляется в закономерном движении и взаимодействии всех элементов материи, благодаря чему они объединяются в системы. Весь мир, таким образом, предстает как иерархически организованная совокупность систем, где любой объект одновременно является самостоятельной системой и элементом другой, более сложной системы.

В современной физике различают три вида материи:

1. Вещество

2. Поле

3. Физический вакуум (экспериментально обнаружен в

ускорителях в 50-х гг. XX)

1. Что такое материя. История возникновения взгляда на материю.

Материя (лат. Materia – вещество), «…философская категория для обозначения объективной реальности, которая дана человеку в ощущениях его, которая копируется, фотографируется, отображается нашими ощущениями, существуя независимо от нас».

Материя – это бесконечное множество всех существующих в мире объектов и систем, субстрат любых свойств, связей, отношений и форм движения. Материя включает в себя не только все непосредственно наблюдаемые объекты и тела природы, но и все те, которые в принципе могут быть познаны в будущем на основе совершенствования средств наблюдения и эксперимента. С точки зрения марксистско-ленинского понимания материи, она органически связана с диалектико-материалистическим решением основного вопроса философии; оно исходит из принципа материального единства мира, первичности материи по отношению к человеческому сознанию и принципа познаваемости мира на основе последовательного изучения конкретных свойств, связей и форм движения материи.

В основе представлений о строении материального мира лежит системный подход, согласно которому любой объект материального мира, будь то атом, планета, организм или галактика, может быть рассмотрен как сложное образование, включающее в себя составные части, организованные в целостность. Для обозначения целостности объектов в науке было выработано понятие системы. [1]

Материя как объективная реальность включает в себя не только вещество в четырех его агрегатных состояниях (твердом, жидком, газообразном, плазменном), но и физические поля (электромагнитное, гравитационное, ядерное и т. д.), а также их свойства, отношения, продукты взаимодействия. Входит в нее и антивещество (совокупность античастиц: позитрон, или антиэлектрон, антипротон, антинейтрон), недавно открытое наукой. Антивещество ни в коем случае не антиматерия. Антиматерии вообще быть не может. Дальше «не» (не-материи) отрицание здесь не идет.

Движение и материя органически и нерасторжимо связаны друг с другом: нет движения без материи, как нет и материи без движения. Иначе говоря, нет в мире неизменных вещей, свойств и отношений. «Все течет», все изменяется. Одни формы или виды сменяются другими, переходят в другие – движение постоянно. Покой – диалектически исчезающий момент в беспрерывном процессе изменения, становления. Абсолютный покой равнозначен смерти, а вернее – несуществование. Можно понять в данной связи А. Бергсона, рассматривавшего всю реальность как неделимую движущуюся непрерывность. Или А.Н.Уайтхеда, для которого «реальность есть процесс». И движение, и покой с определенностью фиксируются лишь по отношению к какой-то системе отсчета. Так, стол, за которым пишутся эти строки, покоен относительно данной комнаты, она, в свою очередь, - относительно данного дома, а сам дом – относительно Земли. Но вместе с Землей стол, комната и дом движутся вокруг земной оси и вокруг Солнца.

Движущаяся материя существует в двух основных формах – в пространстве и во времени. Понятие пространства служит для выражения свойства протяженности и порядка сосуществования материальных систем и их состояний. Оно объективно, универсально (всеобщая форма) и необходимо. В понятии времени фиксируется длительность и последовательность смены состояний материальных систем. Время объективно, неотвратимо и необратимо. Следует различать философские и естественнонаучные представления о пространстве и времени. Собственно философский подход представлен здесь четырьмя концепциями пространства и времени: субстанциальной и реляционной, статической и динамической. [3]

Основоположником взгляда на материю, как состоящую из дискретных частиц был Демокрит.

Демокрит отрицал бесконечную делимость материи. Атомы различаются между собой только формой, порядком взаимного следования, и положением в пустом пространстве, а также величиной и зависящей от величины тяжестью. Они имеют бесконечно разнообразные формы с впадинами или выпуклостями. Демокрит называет атомы также «фигурами» или «видиками», из чего следует, что атомы Демокрита являются максимально малыми, далее неделимыми фигурами или статуэтками. В современной науке много спорили о том, являются ли атомы Демокрита физическими или геометрическими телами, однако сам Демокрит еще не дошел до различения физики и геометрии. Из этих атомов, движущихся в различных направлениях, из их «вихря» по естественной необходимости путем сближения взаимноподобных атомов образуются как отдельные целые тела, так и весь мир; движение атомов вечно, а число возникающих миров бесконечно.[2]

Мир доступной человеку объективной реальности постоянно расширяется. Концептуальные формы выражения идеи структурных уровней материи многообразны.[6]

Современная наука выделяет в мире три структурных уровня.

2. Микро, Макро, Мега миры.

Микромир – это молекулы, атомы, элементарные частицы — мир предельно малых, непосредственно не наблюдаемых микрообъектов, пространственная равномерность которых исчисляется от 10-8 до 10-16 см, а время жизни — от бесконечности до 10-24 с.

Макромир — мир устойчивых форм и соразмерных человеку величин, а также кристаллические комплексы молекул, организмы, сообщества организмов; мир макрообъектов, размерность которых соотносима с масштабами человеческого опыта: пространственные величины выражаются в миллиметрах, сантиметрах и километрах, а время — в секундах, минутах, часах, годах.

Мегамир — это планеты, звездные комплексы, галактики, метагалактики – мир огромных космических масштабов и скоростей, расстояние в котором измеряется световыми годами, а время существования космических объектов — миллионами и миллиардами лет.

И хотя на этих уровнях действуют свои специфические закономерности, микро-, макро - и мегамиры теснейшим образом взаимосвязаны.

На микроскопическом уровне физика сегодня занимается изучением процессов, разыгрывающихся на длинах порядка 10 в минус восемнадцатой степени см., за время - порядка 10 в минус двадцать второй степени с. В мегамире ученые с помощью приборов фиксируют объекты, удаленные от нас на расстоянии около 9-12 млрд. световых лет.

Микромир. Демокритом в античности была выдвинута Атомистическая гипотеза строения материи, позже, в XVIII в. была возрождена химиком Дж. Дальтоном, который принял атомный вес водорода за единицу и сопоставил с ним атомные веса других газов. Благодаря трудам Дж. Дальтона стали изучаться физико-химические свойства атома. В XIX в. Д. И. Менделеев построил систему химических элементов, основанную на их атомном весе.

В физику представления об атомах как о последних неделимых структурных элементах материи пришли из химии. Собственно физические исследования атома начинаются в конце XIX в., когда французским физиком А. А. Беккерелем было открыто явление радиоактивности, которое заключалось в самопроизвольном превращении атомов одних элементов в атомы других элементов.

История исследования строения атома началась в 1895 г. благодаря открытию Дж. Томсоном электрона - отрицательно заряженной частицы, входящей в состав всех атомов. Поскольку электроны имеют отрицательный заряд, а атом в целом электрически нейтрален, то было сделано предположение о наличии помимо электрона и положительно заряженной частицы. Масса электрона составила по расчетам 1/1836 массы положительно заряженной частицы.

Существовало несколько моделей строения атома.

В 1902 г. английский физик У. Томсон (лорд Кельвин) предложил первую модель атома — положительный заряд распределен в достаточно большой области, а электроны вкраплены в него, как «изюм в пудинг».

В 1911 г. Э. Резерфорд предложил модель атома, которая напоминала солнечную систему: в центре находится атомное ядро, а вокруг него по своим орбитам движутся электроны.

Ядро имеет положительный заряд, а электроны - отрицательный. Вместо сил тяготения, действующих в Солнечной системе, в атоме действуют электрические силы. Электрический заряд ядра атома, численно равный порядковому номеру в периодической системе Менделеева, уравновешивается суммой зарядов электронов — атом электрически нейтрален.

Обе эти модели оказались противоречивы.

В 1913 г. великий датский физик Н. Бор применил принцип квантования при решении вопроса о строении атома и характеристика атомных спектров.

Модель атома Н. Бора базировалась на планетарной модели Э. Резерфорда и на разработанной им самим квантовой теории строения атома. Н. Бор выдвинул гипотезу строения атома, основанную на двух постулатах, совершенно несовместимых с классической физикой:

1) в каждом атоме существует несколько стационарных состояний (говоря языком планетарной модели, несколько стационарных орбит) электронов, двигаясь по которым электрон может существовать, не излучая;

2) при переходе электрона из одного стационарного состояния в другое атом излучает или поглощает порцию энергии.

В конечном итоге точно описать структуру атома на основании представления об орбитах точечных электронов принципиально невозможно, поскольку таких орбит в действительности не существует.

Теория Н. Бора представляет собой как бы пограничную полосу первого этапа развития современной физики. Это последнее усилие описать структуру атома на основе классической физики, дополняя ее лишь небольшим числом новых предположений.

Создавалось впечатление, что постулаты Н. Бора отражают какие-то новые, неизвестные свойства материи, но лишь частично. Ответы на эти вопросы были получены в результате развитая квантовой механики. Выяснилось, что атомную модель Н. Бора не следует понимать буквально, как это было вначале. Процессы в атоме в принципе нельзя наглядно представить в виде механических моделей по аналогии с событиями в микромире. Даже понятия пространства и времени в существующей в макромире форме оказались неподходящими для описания микрофизических явлений. Атом физиков-теоретиков все больше и больше становился абстрактно-ненаблюдаемой суммой уравнений.

Макромир . В истории изучения природы можно выделить два этапа: донаучный и научный .

Донаучный, или натурфилософский, охватывает период от античности до становления экспериментального естествознания в XVI—XVII вв. Наблюдаемые природные явления объяснялись на основе умозрительных философских принципов.

Наиболее значимой для последующего развития естественных наук была концепция дискретного строения материи атомизм, согласно которому все тела состоят из атомов — мельчайших в мире частиц.

Со становления классической механики начинается научный этап изучения природы.

Поскольку современные научные представления о структурных уровнях организации материи были выработаны в ходе критического переосмысления представлений классической науки, применимых только к объектам макроуровня, то начинать нужно с концепций классической физики.

Формирование научных взглядов на строение материи относится к XVI в., когда Г. Галилеем была заложена основа первой в истории науки физической картины мира — механической. Он не просто обосновал гелиоцентрическую систему Н. Коперника и открыл закон инерции, а разработал методологию нового способа описания природы — научно-теоретического. Суть его заключалась в том, что выделялись только некоторые физические и геометрические характеристики, которые становились предметом научного исследования. Галилей писал: «Никогда я не стану от внешних тел требовать чего-либо иного, чем величина, фигура, количество и более или менее быстрого движения для того, чтобы объяснить возникновение вкуса, запаха и звука » .

И. Ньютон, опираясь на труды Галилея, разработал строгую научную теорию механики, описывающую и движение небесных тел, и движение земных объектов одними и теми же законами. Природа рассматривалась как сложная механическая система.

В рамках механической картины мира, разработанной И. Ньютоном и его последователями, сложилась дискретная (корпус­кулярная) модель реальности. Материя рассматривалась как вещественная субстанция, состоящая из отдельных частиц — атомов или корпускул. Атомы абсолютно прочны, неделимы, непроницаемы, характеризуются наличием массы и веса.

Существенной характеристикой ньютоновского мира было трехмерное пространство евклидовой геометрии, которое абсолютно постоянно и всегда пребывает в покое. Время представлялось как величина, не зависящая ни от пространства, ни от материи.

Движение рассматривалось как перемещение в пространстве по непрерывным траекториям в соответствии с законами механики.

Итогом ньютоновской картины мира явился образ Вселенной как гигантского и полностью детерминированного механизма, где события и процессы являют собой цепь взаимозависимых причин и следствий.

Механистический подход к описанию природы оказался необычайно плодотворным. Вслед за ньютоновской механикой были созданы гидродинамика, теория упругости, механическая теория тепла, молекулярно-кинетическая теория и целый ряд других, в русле которых физика достигла огромных успехов. Однако были две области — оптических и электромагнитных явлений, которые не могли быть полностью объяснены в рамках механистической картины мира.

Наряду с механической корпускулярной теорией, осуществлялись попытки объяснить оптические явления принципиально иным путем, а именно - на основе волновой теории, сформулированном X. Гюйгенсом. Волновая теория устанавливала аналогию между распространением света и движением волн на поверхности воды или звуковых волн в воздухе. В ней предполагалось наличие упругой среды, заполняющей все пространство, - светоносного эфира. Исходя из волновой теории X. Гюйгенс успешно объяснил отражение и преломление света.

Другой областью физики, где механические модели оказались неадекватными, была область электромагнитных явлений. Эксперименты английского естествоиспытателя М. Фарадея и теоретические работы английского физика Дж. К. Максвелла окончательно разрушили представления ньютоновской физики о дискретном веществе как единственном виде материи и положили начало электромагнитной картине мира.

Явление электромагнетизма открыл датский естествоиспытателе X. К. Эрстед, который впервые заметил магнитное действие электрических токов. Продолжая исследования в этом направлении, М. Фарадей обнаружил, что временное изменение в магнитных полях создает электрический ток.

М. Фарадей пришел к выводу, что учение об электричестве и оптика взаимосвязаны и образуют единую область. Его работы стали исходным пунктом исследований Дж. К. Максвелла, заслуга которого состоит в математической разработке идей М. Фарадея о магнетизме и электричестве. Максвелл «перевел» модель силовых линий Фарадея в математическую формулу. Понятие «поле сил» первоначально складывалось как вспомогательное математическое понятие. Дж. К. Максвелл придал ему физический смысл и стал рассматривать поле как самостоятельную физическую реальность: «Электромагнитное поле — это та часть пространства, которая содержит в себе и окружает тела, находящиеся в электрическом или магнитном состоянии » .

Исходя из своих исследований, Максвелл смог заключить, что световые волны представляют собой электромагнитные волны. Единая сущность света и электричества, которую М. Фарадей предположил в 1845 г., а Дж. К. Максвелл теоретически обосновал в 1862 г., была экспериментально подтверждена немецким физиком Г. Герцем в 1888 г.

После экспериментов Г. Герца в физике окончательно утвердилось понятие поля не в качестве вспомогательной математической конструкции, а как объективно существующей физической реальности. Был открыт качественно новый, своеобразный вид материи.

Итак, к концу XIX в. физика пришла к выводу, что материя существует в двух видах: дискретного вещества и непрерывного поля.

В результате же последующих революционных открытий в физике в конце прошлого и начале нынешнего столетий оказались разрушенными представления классической физики о веществе и поле как двух качественно своеобразных видах материи.

Мегамир . Мегамир или космос, современная наука рассматривает как взаимодействующую и развивающуюся систему всех небесных тел.

Все существующие галактики входят в систему самого высокого порядка - Метагалактику. Размеры Метагалактики очень велики: радиус космологического горизонта составляет 15— 20 млрд. световых лет.

Понятия «Вселенная» и «Метагалактика» — очень близкие понятия: они характеризуют один и тот же объект, но в разных аспектах. Понятие «Вселенная» обозначает весь существующий материальный мир; понятие «Метагалактика» — тот же мир, но с точки зрения его структуры — как упорядоченную систему галактик.

Строение и эволюция Вселенной изучаются космологией. Космология как раздел естествознания, находится на своеобразном стыке науки, религии и философии. В основе космологических моделей Вселенной лежат определенные мировоззренческих предпосылки, а сами эти модели имеют большое мировоззренческое значение.

В классической науке существовала так называемая теория стационарного состояния Вселенной, согласно которой Вселенная всегда была почти такой же, как сейчас. Астрономия была статичной: изучались движения планет и комет, описывались звезды, создавались их классификации, что было, конечно, очень важно. Но вопрос об эволюции Вселенной не ставился.

Современные космологические модели Вселенной основываются на общей теории относительности А. Эйнштейна, согласно которой метрика пространства и времени определяется распределением гравитационных масс во Вселенной. Ее свойства как целого обусловлены средней плотностью материи и другими конкретно-физическими факторами.

Уравнение тяготения Эйнштейна имеет не одно, а множество решений, чем и обусловлено наличие многих космологических моделей Вселенной. Первая модель была разработана самим А. Эйнштейном в 1917 г. Он отбросил постулаты ньютоновской космологии об абсолютности и бесконечности пространства и времени. В соответствии с космологической моделью Вселенной А. Эйнштейна мировое пространство однородно и изотропно, материя в среднем распределена в ней равномерно, гравитационное притяжение масс компенсируется универсальным космологическим отталкиванием.

Время существования Вселенной бесконечно, т.ё. не имеет ни начала, ни конца, а пространство безгранично, но конечно.

Вселенная в космологической модели А. Эйнштейна стационарна, бесконечна во времени и безгранична в пространстве.

В 1922г. русский математик и геофизик А.А Фридман отбросил постулат классической космологии о стационарности Вселенной и получил решение уравнения Эйнштейна, описывающее Вселенную с “расширяющимся” пространством.

Поскольку средняя плотность вещества во Вселенной неизвестна, то сегодня мы не знаем, в каком из этих пространств Вселенной мы живем.

В 1927 г. бельгийский аббат и ученый Ж. Леметр связал “расширение” пространства с данными астрономических наблюдений. Леметр ввел понятие начала Вселенной как сингулярности (т.е. сверхплотного состояния) и рождения Вселенной как Большого взрыва.

В 1929 году американский астроном Э.П. Хаббл обнаружил существование странной зависимости между расстоянием и скоростью галактик: все галактики движутся от нас, причем со скоростью, которая возрастает пропорционально расстоянию, - система галактик расширяется.

Расширение Вселенной считается научно установленным фактом. Согласно теоретическим расчетам Ж. Леметра, радиус Вселенной в первоначальном состоянии был 10-12 см, что близко по размерам к радиусу электрона, а ее плотность составляла 1096 г/см3 . В сингулярном состоянии Вселенная представляла собой микрообъект ничтожно малых размеров. От первоначального сингулярного состояния Вселенная перешла к расширению в результате Большого взрыва.

Ретроспективные расчеты определяют возраст Вселенной в 13-20 млрд. лет. Г.А. Гамов предположил, что температура вещества была велика и падала с расширением Вселенной. Его расчеты показали, что Вселенная в своей эволюции проходит определенные этапы, в ходе которых происходит образование химических элементов и структур. В современной космологии для наглядности начальную стадию эволюцию Вселенной делят на “эры”

Эра адронов . Тяжелые частицы, вступающие в сильные взаимодействия.

Эра лептонов. Легкие частицы, вступающие в электромагнитном взаимодействие.

Фотонная эра. Продолжительность 1 млн. лет. Основная доля массы — энергии Вселенной — приходится на фотоны.

Звездная эра. Наступает через 1 млн. лет после зарождения Вселенной. В звездную эру начинается процесс образования протозвезд и протогалактик.

Затем разворачивается грандиозная картина образования структуры Метагалактики.

В современной космологии наряду с гипотезой Большого взрыва весьма популярна инфляционная модель Вселенной, в которой рассматривается творение Вселенной. Идея творения имеет очень сложное обоснование и связана с квантовой космологией. В этой модели описывается эволюция Вселенной начиная с момента 10-45 с после начала расширения.

Сторонники инфляционной модели видят соответствие между этапами космической эволюции и этапами творения мира, описанными в книге Бытия в Библии .

В соответствии с инфляционной гипотезой космическая эволюция в ранней Вселенной проходит ряд этапов.

Начало Вселенной определяется физиками-теоретиками как состояние квантовой супергравитации с радиусом Вселенной в 10-50 см

Стадия инфляции. В результате квантового скачка Вселенная перешла в состояние возбужденного вакуума и в отсутствие в ней вещества и излучения интенсивно расширялась по экспоненциальному закону. В этот период создавалось само пространство и время Вселенной. За период инфляционной стадии продолжительностью 10-34 . Вселенная раздулась от невообразимо малых квантовых размеров 10-33 до невообразимо больших 101000000 см, что на много порядков превосходит размер наблюдаемой Вселенной — 1028 см. Весь этот первоначальный период во Вселенной не было ни вещества, ни излучения.

Переход от инфляционной стадии к фотонной. Состояние ложного вакуума распалось, высвободившаяся энергия пошла на рождение тяжелых частиц и античастиц, которые, проаннигилировав, дали мощную вспышку излучения (света), осветившего космос.

Этап отделения вещества от излучения: оставшееся после аннигиляции вещество стало прозрачным для излучения, контакт между веществом и излучением пропал. Отделившееся от вещества излучение и составляет современный реликтовый фон, теоретически предсказанный Г. А. Гамовым и экспериментально обнаруженный в 1965 г.

В дальнейшем развитие Вселенной шло в направлении от максимально простого однородного состояния к созданию все более сложных структур — атомов (первоначально атомов водорода), галактик, звезд, планет, синтезу тяжелых элементов в недрах звезд, в том числе и необходимых для создания жизни, возникновению жизни и как венца творения — человека.

Различие между этапами эволюции Вселенной в инфляционной модели и модели Большого взрыва касается только первоначального этапа порядка 10-30 с, далее между этими моделями принципиальных расхождений в понимании этапов космической эволюции нет.

Пока же эти модели с помощью знаний и фантазии можно рассчитывать на компьютере, а вопрос остается открытым.

Самая большая трудность для ученых возникает при объяс­нении причин космической эволюции. Если отбросить частности, то можно выделить две основные концепции, объясняющие эволюцию Вселенной: концепцию самоорганизации и концепцию креационизма .

Для концепции самоорганизации материальная Вселенная является единственной реальностью, и никакой другой реальности помимо нее не существует. Эволюция Вселенной описывается в терминах самоорганизации: идет самопроизвольное упорядочивание систем в направлении становления все более сложных структур. Динамичный хаос порождает порядок.

Вывод.

Издавна люди пытались найти объяснение многообразию и причудливости мира.

Изучение материи и её структурных уровней является необходимым условием формирования мировоззрения, независимо от того, окажется ли оно в конечном счёте материалистическим или идеалистическим.

Достаточно очевидно, что очень важна роль определения понятия материи, понимания последней как неисчерпаемой для построения научной картины мира, решения проблемы реальности и познаваемости объектов и явлений микро, макро и мега миров.

Список литературы:

1. Большая Советская энциклопедия. БСЭ, т.15, — М.: Наука, 1987. — С. 56.

2. Владимиров Ю. С., Карнаухов А. В., Кулаков Ю.И. Введение в теорию физических структур и бинарную геометрофизику. — М.: Архимед, 1993. С — 94.

3. Владимиров Ю. С. Фундаментальная физика и религия. — М.: Архимед, 1993. С — 67.

4. Гриб А.А. Большой взрыв: творение или происхождение? /В кн. Взаимо­связь физической и релиптозной картин мира. — Кострома: Изд-во МИИЦАОСТ, 1996. — С. 153—166.

5. Дубнищева Т.Я. Указ. Соч. – С. 802 – 803.

6. Карпенков С.Х. Концепции современного естествознания. М.: 1997. С — 33.

7. Кудрявцев П.С. Курс истории физики. — М.: Просвещение, 1974. — С. 179.

8. Кузнецов Б.Т. От Галилея до Эйнштейна — М.: Наука, 1966. — С.38.