Тверской государственный университет

РЕФЕРАТ ПО ПРЕДМЕТУ

"ИСТОРИЯ ФИЗИКИ"

Тема: "Философские взгляды Больцмана в свете полемики по проблемам физики кон. ХIХ – нач. ХХ веков"

Выполнили студенты

физико-технического факультета

5-го курса

Соловьева О.И.

Краснова И.С.

Тверь, 1999 г.

Больцман, безусловно, является самым великим из мыслителей Австрии и может быть поставлен в один ряд с Ньютоном, Максвеллом и Эйнштейном. Как физик он, как никто другой, проложил дорогу для атомистики. Его труды повлияли на развитие не только физики и химии, но и биологии XX столетия.

Ставшие классическими исследования Больцмана в области молекулярно-кинетической теории, статистической механики, теории излучения настолько проникли в основные представления нашей физической картины мира, что стали достоянием не только университетских, но и школьных курсов физики.

Л, Больцман установил связь между энтропией и вероятностью состояния системы, разработал максвелл-больцмановское распределение, раскрыл основные закономерности поведения и эволюции неравновесных систем, установил глубокое значение проблемы флуктуаций, теоретически доказал закон излучения абсолютно черного тела Стефана-Больцмана. Это далеко не полный перечень основных результатов теоретических исследований Больцмана, служащих неиссякаемым источником поистине бесчисленных научных работ и технических приложений.

В середине XIX столетия Манером, Гельмгольцем, Кронигом, Клаузиусом и Максвеллом была найдена математическая формулировка первого начала теории теплоты, которое является идентичным законом сохранения энергии. Энергия за время любого процесса не исчезает. С другой стороны, энергия ни при каких обстоятельствах не создается вновь из ничего. Таким образом, сутью закона сохранения энергии (первого начала теории теплоты) является констатация, что в замкнутой физической системе величина энергии постоянна. Этот закон природы может быть выражен также в другой форме: невозможен вечный двигатель, постоянно создающий энергию из ничего. Такой вечный двигатель (по причинам, которые будут рассмотрены ниже) называется perpetual mobile первого рода.

Не менее важным, чем первое начало, является второе начало термодинамики, которое может быть также названо законом о неосуществимости perpetual mobile второго рода. Так, не затрагивая первого закона, можно было бы представить себе работающую машину, покрывающую свою потребность в энергии при помощи теплоты из какого-нибудь резервуара. Энергия, следова следовательно, будет создана не из ничего, а из некоторого резервуара, например, из океана, который при этом будет охлаждаться. Если созданная машиной энергия движения, как это обычно имеет место в земных приборах, в результате сопротивление трения в конечном итоге снова превратится в теплоту и это тепло возвратится в океан, то, несмотря на постоянную работу машины, в состоянии системы, очевидно, не произойдет никаких изменений. Можно было бы предположить, что такая машина, если она вообще работает, могла бы продолжать работать вечно. Эта машина практически могла бы производить ту же работу, что и perpetual mobile первого рода. Именно поэтому машина получила название perpetual mobile второго рода.

Опыт многих тысячелетий показал, что perpetual mobile второго рода не может быть построен. Уже в первой половине прошлого столетия известные ученые, в том числе Карно, Клаузиус, Уильям Томсон и Гельмгольц, сформулировали условия, при которых возможна работа теплового двига­теля. Но исходя из этого закона, Клаузиус сделал вывод, что все виды энергии со временем превратятся в тепловую, а тепловая энергия, в силу указанного закона, равномерно рассеется во Вселенной, которую он представлял как замкнутую систему, и наступит общее энергетическое равновесие, прекратится движение и наступит абсолютный покой и "тепловая смерть" Вселенной.

В те времена термодинамика, не требующая для развития своих основных положений каких либо предположений о строении вещества, казалась многим физикам и философам великолепным опровержением материализма. Сложилась противоречивая картина. Закон сохранения энергии (первое начало термодинамики) укреплял позиции материалистов и подрывал устои религиозного мировоззрения. С другой стороны, теория “тепловой смерти” практически совпадала с учением о “конце мира”. Наука XIX века вплотную подошла к вопросам, издавна считавшимся прерогативой религии. Это были вопросы начала и конца мира, сотворения и уничтожения материи. Выдвинутое Больцманом на основе атомистических представлений вероятностное толкование второго закона термодинамики, развиваемая им флуктуационная гипотеза эволюции Вселенной не оставили камня на камне от прежних мистических представлений. Именно поэтому его взгляды были встречены в штыки всеми идеалистически настроенными учеными. Была подвергнута сомнению вся теоретическая база его исследований, созданное Больцманом объявлялось научно несостоятельным в первую очередь потому, что оно опиралось на пока недоказанную экспериментально гипотезу об атомистическом строении вещества

Вообще, во время вего периода существования философии камнем преткновения была весьма сложная проблема определения сущности материи. Сложность эта заключается в высокой степени абстрактности самого понятия материи, а также в многообразии различных материальных объектов, форм материи, ее свойств и взаимообусловленностей. В связи с этим перед философией и другими науками стоит множество вопросов: Что такое материя? Как развивались представления о ней? Как соотнести с понятием материи бесконечное множество конкретных предметов, вещей? Какими свойствами она обладает? Вечна ли и бесконечна материя? Что является причиной ее изменения? Какие виды материи известны в настоящее время? Как осуществляется взаимный переход одних видов материи и форм ее движения в другие? На основе каких законов это происходит? Наконец, каким образом возникло такое свойство материи, как сознание?

Оценивая в целом представления классической физики XIX в. о строении и свойствах материи, отметим, что они страдали теми же недостатками, что и учения древних. Точка зрения на материю как на первичную, неизменную субстанцию и отождествление ее при этом с веществом содержали в себе предпосылки возможности критических ситуаций в физике. И это не замедлило сказаться.

На благополучном, казалось, фоне "стройной теории" вдруг последовала целая серия необъяснимых в рамках классической физики научных открытий. В 1896 г. были открыты рентгеновские лучи. В 1896г. Беккерель случайно обнаружил радиоактивность урана, в этом же году супруги Кюри открывают радий. Томсоном в 1897 г. открыт электрон, а в 19О1 г. Кауфманом показана изменчивость массы электрона при его движении в электромагнитном поле. Наш соотечественник Лебедев обнаруживает световое давление, тем самым окончательно утверждая материальность электромагнитного поля. В начале ХХ в. Планком, Лоренцом, Пуанкаре и др. закладываются основы квантовой механики, и, наконец, в 19О5 г. Эйнштейном создается специальная теория относительности.

Многие физики того периода, мыслящие метафизически, не смогли понять природы этих открытий. Вера в незыблемость основных принципов классической физики привела их к скатыванию с материалистических позиций в сторону идеализма. Логика их рассуждений была примерно такова. Атом - мельчайшая частица вещества. Атом обладает свойствами неделимости, непроницаемости, постоянства массы, нейтральности в отношении заряда. И вдруг оказывается, что атом распадается на какие-то частицы, которые по своим свойствам противоположны свойствам атома. Так, например, электрон имеет изменчивую массу, заряд и т.д. Это коренное отличие свойств электрона и атома привело к мысли, что электрон нематериален. А поскольку с понятием атома, вещества отождествлялось понятие материи, а атом исчезал, то отсюда следовал вывод: "материя исчезла". С другой стороны, изменчивость массы электрона, под которой понималось количество вещества, стала трактоваться как превращение материи в "ничто". Таким образом, рушился один из главнейших принципов материализма - принцип неуничтожимости и несотворимости материи. В физике наступил кризис.

Кроме того, изменение представлений о пространстве и времени, связанное с созданием неевклидовых геометрий, открытием специальной теории относительности, также вызвало большой резонанс и в области философии. Ряд философов и физиков пришли к выводу: поскольку наши представления о пространстве и времени меняются, следовательно, они субъективны. Особенное место в отстаивании этого положения заняла разновидность теории физического идеализма – махизм. Это течение получила свое название по имени его основателя и идеолога, главы Венского кружка физиков Э. Маха. По Маху пространство и время представляют собой лишь упорядоченные системы рядов ощущений. Последователь Маха Пирсон утверждал, что пространство и время находятся не в вещах, а в нашем способе воспринимать вещи. Знаменитый математик Пуанкаре говорил, что изменчивость понятий пространства и времени является свидетельством навязывания их нами природе в целях удобства.

В дальнейшем в классической физике оформился широкий спектр возможных решений проблемы отношения между наблюдением и теорией: от категорического требования соответствия всех элементов теории восприятия до совсем умеренного требования проверяемости следствий теории. Вот что о теории говорил Больцман: “Я не был бы настоящим теоретиком, если бы в первую очередь не задал себе вопроса: что такое теория?” И далее: “Профану прежде всего бросается в глаза, что теория мало понятна и окружена кучей формул, говорящих недоступным непосвященному языком. Однако эти фор­мулы не являются се существом, и истинный теоретик старается сократить их число до минимума: все, что только можно выразить словами, он и ста­рается сказать словами, тогда как именно в книгах для практиков формулы фигурируют слишком часто исключительно для украшения. ... Я придерживаюсь того мнения, что задача теории заключается в построении существующего только внутри нас изображения внешнего мира, которое должно служить путеводной звездой во всех наших мыслях и экспериментах, т. е. некоторым образом в совершенствовании процесса мышления, в осуществле­нии в больших масштабах того, что в малых масштабах происходит в нас в процессе образования каждого представления”.

Особого внимания в этом споре заслуживают две позиции позиция энергетической школы и атомизма, которые окончательно сформировались к концу минувшего века. Приверженцы атомизма, начиная с Л.Больцмана, отстаивали необходимость гипотезы и считали, что наблюдаемость надо сводить к прове проверяемости следствий теории. С разных точек зрения подвергали критике творения Больцмана Мах и немецкий физико-химимк В.Оствальд. Убежденный идеалист, Мах отрицал объективное существование материи, считая, что материя – это комплекс ощущений, а задачей науки является только их описание. Гипотезу существования атомов он считал неверной, т.к. она противоречила выдвинутому им принципу “экономии мышления”. На все доводы в пользу существования атомов он обычно отвечал: “А Вы видели хотя бы один атом?”

На это Больцман отвечал: “Образовались группы ученых, отбрасывающих все выводы, выходящие за пределы непосредственно осязаемого, и поэтому не признающих теорию газов. Так как наши понятия и представления находятся только внутри нас, то говорили, что и наши представления об атомах не существуют вне нас. Поэтому атомов якобы нет, и учение об атомах ложно. <…>. Что такие чрезвычайно маленькие тельца существуют, и что их совокупное действие образует тела, воспринимаемые органами чувств, является, конечно, только гипотезой. Совершенно точно такой же гипотезой представляется допущение, что, кроме меня, существуют другие люди, чувствующие радость и боль, что существуют также растения, животные, минералы”.

 Г.Герц скептически относился к атомизму, но вместе с тем был противником феноменологизма, так как допускал, что видимость, данная в ощущениях, имеет другие, скрытые факторы, которые обусловливают движение материи. Больцман же решительно отстаивал атомистическую гипотезу. В одной из своих популярных лекций он говорил: “… Быть может, гипотеза, что звезды являются только светящимися искрами, еще лучше будет объяснять небесные явления, чем наша современная астрономия. Может быть, но маловероятно. Может быть, атомистическая гипотеза будет вытеснена какой-либо другой гипотезой. Может быть, но маловероятно”.

В самом общем плане Больцман прав в том, что, действительно, все существующее вне сознания есть та же самая гипотеза, поскольку объективная материя предстает в сознании с помощью мышления, а не непосредственно. В этом смысле любое наблюдение не является непосредственным, и неизбежно связано с гипотезой о том, что объективная материя существует вне сознания. Но рассматриваемая с материалистических позиций, вся человеческая практика подтверждает правильность этой гипотезы, которая воплощается в фундаментальной физической теории.

В русле радикального энергетизма, развиваемого В.Оствальдом и другими его единомышленниками, отстаивалась идея, что критерием реальности какого-либо элемента является его измеримость. Он утверждал, что основным понытием физики должно быть поняти энергии, а основным законм природы – закон сохранения энергии. Второе начало термодинамики имеет значение как закон, указывающий направление течения процессов. Из этих законов, утверждал другой видный представитель энергетизма – немецкий ученый Г.Гельм, следует вывести все остальные. Оствальд решительно отрицал существование материи и со своей стороны решительно поддерживал учение Маха. Энергетическая картина мира требовала только создания “концентрированных фактов” без каких-либо гипотез. Программа энергетизма отрицала атомизм, так как само существование атомов “было гипотетичным: они не могли быть непосредственно наблюдаемыми”. Но эта программа оказалась несостоятельной. Даже такие видные представители энергетизма, как, например, П.Дюгем, вынуждены были согласиться с тем, что нет “голых” наблюдательных данных и некоторые гипотетические элементы всегда неизбежны.

Сторонниками атомистического учения в физике были Клаузиус, Макс­велл и венские коллеги Больцмана Стефан и Лошмидт, впервые вычислив­шие величину атомов. Но именно Больцман больше всего сделал для ут­верждения атомистики. В 1897 г. он закончил свою научную статью сло­вами: “Я думаю, что могу уверенно сказать о молекулах: а все-таки они движутся!”

Больцман, проводя определенную аналогию между гипотезой о звездах и гипотезой об атомах, признавал за гипотезой ведущую роль в научном познании. Он подчеркивал важную роль и значение гипотез в физическом знани: “…Без них физика немыслима, феноменология непреодолима, а один эксперимент при всем его решающим значении науки не достаточен для прогнозирования”. В то же время ему был чужд узкий догматизм. Выступая против махизма, он восклицает: ”Прочь с любой догматикой, как в атомистическом, так и в антиатомистическом смысле!”. В настоящее время нам трудно понять, каким образом в XIX, тем более в XX столетии, наряду с допущением атомов в химии, могли уживаться отрицание их в физике. Ведь еще Джон Дальтон в первые годы XIX столе­тия помог утвердиться атомной теории в химии. На основе атомистики Менделеев построил свою периодическую систему элементов. Целые поколе­ния химиков писали для молекул атомистические химические формулы, в то время как в физике главенствовало отрицание атомов. По-видимому, это объяснялось тем, что еще в период промышленной революции от химиков требовалось рациональное объяснения процессов, происходящих в сернокислотном, содовом и сахарном производстве, а также в доменных печах. Отрицание атомистики должно было привести к непониманию хи­мических процессов и тем самым к материальным убыткам. Связь между физикой и промышленностью долгое время была значительно менее тесной, вследствие чего враждебные атомистике течения в физике смогли удержаться дольше.

Больцман пришел к философии как физик. В этом заключается одна из причин особой ценности четко сформулированных взглядов Больцмана для его современников и для будущих поколений. Он рассматривал философские учения с точки зрения ученого, ведущего теоретическую или экспериментальную работу. Философские теории, по убеждению Больцмана, должны быть подтверждены практикой.

Вместо распространенной точки зрения, что не существует ничего реального, кроме данного чувственного восприятия индивидуального человека, Больцман указывает, что этот взгляд, будучи проведен последовательно, ведет к “старому заблуждению”, к “причудам” солипсизма. “Имя Беркли принадлежит весьма уважаемому английскому философу, которому даже приписывается изобретение самой большой глупости, измышленной когда-либо человеческим умом, философского идеализма, отрицающего существование материального мира”, пишет он в университет имени Беркли в Калифорнии.

Больцман признает себя сторонником “реализма”. “Идеалист сравнивает утверждение, что материя существует наравне с нашими ощущениями, с мнением ребенка, что побитый камень ощущает боль; реалист сравнивает утверждение, что невозможно себе представить, как психическое может быть изображено материальным и даже игрой атомов, с мнением необразованного человека, утверждающего, что солнце не может находиться на расстоянии 20 миллионов миль от земли, так как он не может себе этого представить. Как идеология является картиной Вселенной лишь для одного человека, а не для всего человечества, так, если мы распространим наши рассуждения также на животный мир и даже Вселен­ную, способ выражения реализма представляется мне более целесообразным, чем способ выражения идеализма”.

В докладе, прочитанном Больцманом в Философском обществе в Вене в 1905 г., т. е. незадолго до смерти, мировоззрение, сторонником которого себя признал автор, прямо названо материализмом: “Идеализм утверждает лишь существование своего “я”, существование различных представлений и, исходя из этого, пытается объяснить материю. Материализм исходит из предположения о существовании материи и отсюда пытается объяснить ощущения”.

 Необходимо подчеркнуть, что Больцман своей теорией обосновал второй закон термодинамики, исходя из атомной теории, так же как это до него удалось другим физикам в отношении первого закона термодинамики. Предпосылкой для объяснения, данного Больцманом, послужили математические рассуждения о том, сколько энергии в среднем содержит каждый отдельный атом. Таким образом, с точки зрения Больцмана, к триллионам атомов должны быть применены статистические методы совершенно так же как и для подсчета рождаемости и смертности, например, семимиллионного населения Австрии. Объяснение второго закона термодинамики закона об абсолютной невозможности создания вечного двигателя второго рода — являлось объек­тивно не только наивысшим достижением Больцмана, но и занимало первое место в его мышлении. Эта проблема волновала ученого с молодости, когда в 22 года он опубликовал свои первые рассуждения в этой области, и до самой старости. Снова и снова его мысли возвращались к этому вопросу, все глубже охватывая сущность проблемы. По мнению великого немецкого физика Арнольда Зоммефельда, никто, в том числе и Максвелл и Гиббс, не проникал так глубоко в сущность возникающих здесь проблем, как Больцман.

Новые экспериментальные открытия вызвали среди ученых раздумья о ценности знаний, даваемых наукой. Вот как Больцман говорил о своем восприятии науки: “Как бы ни кичилась наука возвышенностью своих целей и ни взирала с пренебрежением на технику и практику, нельзя все же отрицать, что ее источником является стремление к удовлетворению чисто практических потребностей. С другой стороны, победное шествие современного естествознания никогда не было бы столь блестящим, если бы оно не нашло в лице деятелей техники замечательных творцов нового”.

Если раньше открытия и, высказываемые на их основе теории большинством физиков рассматривались как отражение закономерностей объективного мира, то не укладывающиеся в привычную картину мира новейшие факты давали повод усомниться в этом. Французский ученый Пуанкаре писал: “наука не может открыть нам природу вещей; ничто не в силах открыть ее нам”. Будучи не понятыми, эти явления, казалось бы, укрепляли позиции тех ученых, которые утверждали, что не сама природа дает нам законы, а мы устанавливаем их. Что наши законы есть ни что иное, как упорядочение наших ощущений. Выступающий в защиту материалистического понимания природы, отстаивающий объективность полученных человечеством законов, Больцман в конце жизни остается практически в одиночестве. В 1899 году он пишет: “Но как с тех пор все изменилось! Воистину, когда я оглядываюсь назад на все эти изменения и перевороты, я кажусь себе стариком по отношению к явлениям, происшедшим на научном поприще. Я даже хотел бы сказать, что я остался единственным из тех, кто, насколько он еще на это способен, за это борется. Задачей своей жизни я считаю путем возможно ясной, логически систематизированной разработкой результатов старой классической теории, способствовать тому, чтобы то многое хорошее и всегда пригодное, что, по моему убеждению, в ней содержится и не должно быть открыто вторично, что отнюдь не было бы первым случаем подобного рода в науке. Поэтому я представляю себя в качестве реакционера, отсталого, который в противоположность новаторам мечтает о старом, классическом; однако, я полагаю, что я не узко ограничен, что я не слеп к преимуществам нового…”

В течение двух столетий, начиная с Х. Гюйгенса (1690) до Г. Герца (1894) большинство физиков придерживались взгляда, что подлинным объяснением законов природы является выведение их из простых законов механики. Однако в конце XIX века механицизм был подвергнут критике с разных сторон (в том числе энергетиками, феноменологистами и т.п.). Больцман сыграл, пожалуй, главную роль в борьбе с противниками материалистического механико-атомистического подхода к познанию явлений природы. Он существенно изменил прежнюю механическую картину мира, введя в нее статистику (теорию вероятностей), подготовив таким образом возможность для преодоления классической физики квантовой физикой. Больцман понимал, что его главный вклад в фундамент физического знания состоял в объяснении второго закона термодинамики, построении молекулярно- кинетической атомистической теории газа и статистической механики, а отнюдь не в полемике (даже успешной) с Оствальдом и другими энергетиками.

Время “кризиса в физике” было трудным для Больцмана. Полемика вокруг его работ превращалась в настоящую травлю ученого, отстаивающего передовые, прогрессивные взгляды. Непрерывные нападки приводят его в подавленное настроение. К тому же годы непрерывной работы не прошли бесследно для его здоровья. Он заболевает тяжелой формой астмы и сильно страдает от болей. Долгие годы полемики сказываются и на состоянии его нервной системы, в последние годы им все чаще овладевает душевная депрессия. Им овладевала странное чувство боязни друзей. Временами он погружался в тяжелое длительное молчание, из которого его долгое время не удавалось никому вывести. Возможно, причиной этих депрессий было ощущение того, что учение об атомах, которому он посвятил большую часть своей жизни, стало оттесняться на вторй план. Возможно, это было вызвано тем, что при всем своем глубочайшем убеждении в справедливости атомистической теории он не дожил до проведения решающих опытов, доказывающих реальность существование атома. До тех пор, пока этих доказательств не было, все споры вокруг теорий, созданных им, велись более в философском плане. Гадать об этом можно долго, но мы уже не узнаем, что заставило величайшего физика в сентябре 1906 года покончить жизнь самоубийством.

Развитие физики блестяще подтвердило справедливость научных идей Людвига Больцмана. Нашли убедительные экспериментальные подтверждения представления об атомистическом строении материи. Глубоко прав был современник Больцмана А.Зоммерфельд, когда писал, что “квантовая теория была бы настоящим полем деятельности для атомистически устроенного больцмановского интеллекта”. С годами росло понимание величия вклада, сделанного Больцманом в развитие физики.

Борясь за утверждение атомистики, Больцман способствовал также по­ниманию процессов в атомных ядрах, в первую очередь пониманию явлений радиоактивности, открытой в 1896 г. Его научные труды явились важнейшим этапом развития познания мира, внесли существенно новые черты в наше миропонимание и влогику научного исследования; они поставили перед наукой (и не только перед физикой) новые вопросы, актуальность которых неуклонно растет с развитием теоретической и прикладной физики.

Список литературы

1. Полак Л.С. “Людвиг Больцман” М. “Наука”, 1987г.
2. Спиридонов О.П. “Л. Больцман”, М. “Просвещение”, 1987г.
3. Больцман Л. “Статьи и речи” М. “Наука”, 1970г.
4. Ленин В.И. “Материализм и эпириокритицизм” Полн. собр. соч., т.18
5. Брода Э. «Людвиг Больцман», ж-л «Вопросы истории, естесвознания и техники», вып. 4, 1957г.