

МОСКОВСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ

имени М.В. ЛОМОНОСОВА

Механико-математический факультет

Академик Л.И. СЕДОВ

О ПОНИМАНИИ И О РЕЦЕПТУРЕ В

МЕХАНИКЕ

(тезисы лекции)

Москва

1967 г.

академик Л.И.СЕДОВ.

Для многих практических вопросов нужные ответы можно получать с помощью теоретического расчета или с помощью измерений в опытах, осуществленных по вполне определенным рецептам, которые описываются и излагаются во многих учебниках, книгах и в отдельных научных работах. Навыки для применения различных внедренных стандартов прививаются при обучении в средних школах, в ВУЗ'ах и в практической деятельности. Выработанное умение применять уравнения с использованием хорошо усвоенной терминологии в технике и даже в научных исследованиях в множестве приложений часто вполне достаточно для удовлетворения наших потребностей.

В среде специалистов распространено неправильное мнение. Как мы можем получить те или иные данные, которые позволяют описывать или осуществлять в конкретных проблемах важные практические эффекты, то это и есть все, что нам нужно по существу, а все остальное от "лукавого". При лечении больного важно, что с помощью определенных лекарств и процедур больной выздоравливает - это и есть основная цель врача. Что касается выяснения вопросов о внутренних механизмах предлагаемой суммы действий и основного вопроса, а почему собственно больной выздоравливает?, то в хороших примерах говорят: да, это интересно и, возможно, даже полезно, но пусть этим займутся те, у кого много свободного времени, а у меня имеется много нестложных важных насущных дел, смотрите какая у меня очередь больных, которым я еще должен помочь!

Все же нельзя не согласиться с тем, что опытные врачи, знающие и применяющие эффективные методы и рецепты лечения справедливо пользуются славой нужных врачей.

Профессионалы монтера и шофера могут прекрасно монтировать различные детали, находить и исправлять различные неисправности¹⁾ и, несомненно, что не всегда, но очень часто они могут это делать гораздо лучше, чем профессора, преподающие и плодотворно развивающие теоретическую механику, электродинамику и термодинамику. Однако, такое положение не может и не должно служить основанием для умаления первостепенной важности этих теорий. Многие скажут: никто ничего не умаляет! Ведь всем известно, что эти законченные классические разделы физики, так нужны для других разделов науки и для всевозможных расчетов!

Подход к научным направлениям без вникновения в глубины научного познания, основанный на утверждении об их элементарности, об их принципиальной ясности и по существу об их законченности, и особенно в тех случаях, когда такие мнения объективно соответствуют действительности, является идеологической основой для внедрения рецептурной техники.

Казалось бы, что может быть проще ньютоновской механики! Широкие массы специалистов хорошо могут решать нужные задачи в рамках ньютоновской механики. Эта механика преподается в средних школах и в ВУЗ'ах. Все достижения современной техники, в авиации, в ракетной технике, в морском деле, и, вообще, в промышленности основаны на использовании и приложении результатов и методов ньютоновской механики.

¹⁾ Важно не только знать, почему автомобиль едет, но нужно уметь найти еще причину, почему иногда он не едет!

Но можем ли мы утверждать, что в широких массах плодотворно действующих специалистов имеется глубокое понимание основ ньютоновской механики, относительно которых по существу действительно можно утверждать, что эти основы носят законченный характер.

Для проверки этого положения достаточно поставить на обсуждение несколько основных вопросов.

Первый вопрос. Как понимать второй закон Ньютона и что такое сила? Можно ли определить силу независимо от уравнения для материальной точки второго закона Ньютона?

$$m\bar{a} = \bar{F} \quad /I/$$

Здесь \bar{a} - ускорение, (относительно "инерциальной" системы координат) материальной точки, m - её масса, а \bar{F} - действующая сила.

Многие скажут, что поставленные выше вопросы - это праздные вопросы, всем нам хорошо и давно ясно, что такое сила. Для понимания ответа достаточно поднять или бросить камень.

Однако, давайте проявим назойливость и продолжим обсуждение этого вопроса. Излагаемая ниже точка зрения хотя и не нова, но она не отражена правильно в распространенных учебниках для средних школ и для ВУЗ'ов.

Всем известно и ясно, что во многих случаях на практике уравнение /I/ применяется для установления общей силы по движению, найденному из опытов, m или по движению, задаваемому в проектируемой системе. Таким образом, в этих случаях уравнение /I/ есть просто формула для определения силы, такого же типа, как формула для определения скорости через отношение пройденного пути к

соответствующему промежутку времени. Конечно, это определение скорости никто не выдвинет как фундаментальный закон природы.

С другой стороны, уравнение /I/ можно применять для определения движения, но в этих случаях надо задать силу \overline{F} , но как мы можем задать силу? Силу можно задать по закону всемирного тяготения - сила гравитации, как электромагнитную силу, как силу трения, как силу сопротивления внешней среды и т.д. и т.п. Во всех этих случаях для задания силы нужно обязательно воспользоваться некоторым физическим законом. Каждый такой физический закон получен в конечном счете на основании обработки опытов и по существу всегда с опорой на уравнение /I/, с помощью которого производится анализ решений сформулированной выше первой задачи в классе рассматриваемых движений. Нужно твердо помнить, что все законы природы для сил в зависимости от свойств тел, их состояний и движений получаются из опытов и устанавливаются всегда и только на основе уравнения /I/, которое употребляется для определения силы.

Таким образом, возникает вопрос, что есть основной физический закон? Закон всемирного тяготения, законы Кулона для взаимодействия зарядов и т.п. или источник всех этих законов уравнение /I/, которое использовано как определение силы при формулировании законов гравитации, электрических взаимодействий и т.п.¹⁾

Определение силы, как характеристики взаимодействий с помощью именно уравнения /I/, а не какого-либо другого

1) Более подробно эти вопросы рассмотрены в книге Л.И.Седова "Методы подобия и размерности в механике". Местное издание этой книги появится в 1967 г.

уравнения связано с общими физическими принципами Галилея о существовании, о равноправности и о евклидовости всех инерциальных систем отсчета.

Отличие механики специальной теории относительности от механики Ньютона обуславливается видоизменением уравнения /I/ применительно к четырехмерной трактовке пространства времени и с другим определением понятия инерциальных систем, что связано с заменой преобразований Галилея в ньютоновской механике на преобразование Лоренца в псевдоевклидовом пространстве в специальной теории относительности.

Дальнейшее видоизменение существа и понимания основного уравнения /I/ вскрыто в общей теории относительности, в которой любое сложное свободное движение системы материальных точек в поле их взаимного тяготения можно рассматривать как инерциальное. Падающий лифт или кабина космического аппарата, движущиеся поступательно относительно "неподвижных" звезд - примеры инерциальных систем отсчета в общей теории относительности.

Уравнение /I/, которое кладется в основу для получения физических законов для описания взаимодействий тел в природе, тесно связано с определением свойств физического пространства и времени. В современной физике эти свойства требуется углублять, усложнять, и изменять в соответствии с этим уравнение /I/ для определения сил взаимодействия, и само понятие о силах претерпевает различные трансформации.

Обращаемся теперь ко второму вопросу. Что такое сила инерции, равная $-m\vec{a}$, где \vec{a} - ускорение относительно инерциальной системы координат? Реальная эта сила или

фиктивная? Трудно указать другой такой пример, в котором имеется такая путаница, как в вопросе о силах инерции.

В многих вариантах программ для средних школ понятие о силах инерции вообще отсутствует. Слово "инерция" входит только как составная часть при разъяснениях понятия инерциальной системы координат. Авторы этих программ стараются быть от "греха" подальше.

В противоречие с высказываниями ряда авторитетов и в противоречие с большинством учебников и книг ответим сразу прямо и определенно. Силы инерции физически реальны, они существуют, их можно измерять, они оказывают физические и биологические эффекты и, более того, по своей природе они неотличимы от гравитационных сил и приложены также как и сила веса к ускоренно движущимся телам.¹⁾

(Подчеркиваем, что силы инерции приложены не к связям, а к самим телам, также как силы веса).

Указанная природа сил инерции составляет основу "принципа эквивалентности" в общей теории относительности и используется в технике всегда при расчетах на прочность деталей машин и в многих других приложениях. Как и подобает в соответствии с существом дела, в технике, в ответственной "деловой жизни" с силами инерции и с весом обращаются с почтением и на равных правах. К сожалению, в школьных аудиториях зачастую бытует дискриминация сил инерции.

Разъяснение явления невесомости при полетах космонавтов в космическом пространстве состоит в полном уравновешивании силы веса и сил инерции при ускоренном полете

1) Более подробно этот вопрос разобран в специальной брошюре Л.И.Седова "Галилей и основы механики". Изд. АН СССР, "Наука", 1964.

по космическим траекториям. Космонавты могут находиться в состоянии невесомости не только при полете по орбите вокруг Земли, но и вообще при любых межпланетных полетах в космическом пространстве.

Различие в точках зрения на силы инерции не устраняется легко, так как это различие не приносит явного вреда. Дело в том, что в механике Ньютона в расчетах все пользуются с математической точки зрения совершенно равноправными одинаковыми уравнениями, которые важно записать в двух различных видах:

$$\vec{F} = m\vec{a} \quad \text{и} \quad \vec{F} + (-m\vec{a}) = 0$$

В свободном падении или при движении в космическом пространстве полностью уравновешенные силы тяготения и силы инерции можно рассматривать как отсутствие всяких сил. В общей теории относительности такая точка зрения положена в основу физики. Система планет и звезд или любые большие облака несталкивающихся частиц космической пыли при рассмотрении их движения как материальных точек совершают сложное движение при отсутствии всяких сил - по инерции по геодезическим линиям /обобщение понятия прямых линий в четырехмерном физическом пространстве, составляющем с гравитационным полем единое целое¹⁾ /.

Не бесполезно обратить внимание читателя на то, что такие инерциально движущиеся системы масс могут быть сколь

¹⁾ Любопытно и очень интересно отметить, что еще Галилей считал, что все небесные тела движутся по инерции. В его время еще не было идеи о силе всемирного тяготения. В механике теории относительности силы тяготения заменяются геометрическими свойствами четырехмерного пространства-времени, и произошел возврат к первоначальному более естественным предсказаниям Галилея. Такой возврат оказался возможным только благодаря более глубокому математическому описанию геометрического понятия о пространстве. Если бы во времена Галилея математика достигла уровня 19 столетия, то возможно, что пути развития механики и физики были бы другими.

угодно большими²⁾. Нарушение инерциальности движения данных масс может происходить за счет учета и включения действия сил другой физической природы, например, электромагнитных. Система координат, неподвижная относительно поверхности Земли, движется ускоренно относительно падающего лифта. Оказывается, что сила инерции для тел, покоящихся относительно Земли, в этом ускоренном движении относительно падающего лифта и есть сила веса. Сила веса тел, неподвижных относительно Земли, в Земной системе координат в свою очередь уравнивается с силами иной природы /силы реакции соседних тел, которые как мы разъясним дальше, имеют электромагнитную природу/.

Таким образом, источником сил тяготения и сил инерции является гравитационное поле и свойства физического пространства.

Гравитационное поле и наше физическое пространство определяется, вообще говоря, движением и расположением всех масс Вселенной. В каждой точке пространства можно ввести локально инерциальную декартовую систему координат, ускоренные движения относительно этой системы координат порождают силы инерции, которые в неинерциальных системах, неподвижных на поверхности Земли или на поверхности планет или звезд, проявляются как силы тяготения, причем в этих случаях основное значение имеют соответственно массы Земли, планет или звезд. Поэтому мы говорим о силе притяжения соответственно Земли, планет или звезд.

2) Связанная с подвижными частицами подвижная и, вообще, деформирующая трехмерная пространственная система криволинейных координат называется Лагранжевой сопутствующей системой координат. В описываемом примере эта "глобальная" Лагранжева сопутствующая система координат является инерциальной. Сопутствующую систему координат можно представить себе как состоящую из дискретных точек или как непрерывный континуум, заполняющий объемы пространства непрерывно.

В ньютоновской механике мы принимаем, что существуют инерциальные системы координат, движущиеся равномерно и прямолинейно относительно "неподвижных" звезд. Эти системы координат при пренебрежении гравитационными полями Земли и других масс солнечной системы можно считать приближенно инерциальными вдали от этих масс и в общей теории относительности. Однако, в ньютоновской механике мы считаем эти системы инерциальными и на самой поверхности Земли, но вводим при этом силы веса. В общей теории относительности вблизи Земли система координат связанная с "неподвижными" звездами неинерциальна, а инерциальная система движется относительно Земли ускоренно, её можно связать с падающим лифтом или с кабиной космонавта, причем именно в этих системах имеет место невесомость.

При обсуждении сил инерции с практической точки зрения важно только то, что они существуют, однако, теоретически возникает интересный вопрос, что является "источником" этих сил? Согласно третьему закону Ньютона, все действия необходимо рассматривать как взаимодействия. Силы действия и противодействия всегда сосуществуют, равны по величине, противоположны по направлению и действуют по одной прямой.

Источником сил тяготения и сил инерции является гравитационное поле физического пространства, связанное в свою очередь с распределением масс, энергии и вообще электромагнитного поля. В повседневных опытах, с точки зрения механики Ньютона, силы тяготения определяются всемирным законом тяготения, а силы инерции проявляются при ускоренном движении относительно инерциальных систем отсчета, которые в свою очередь определены системой "неподвижных" звезд. В обоих случаях имеются определенные формулы для вычисления

этих сил. В рамках механики Ньютона принято, что наше пространство евклидово, поэтому в механике Ньютона силы тяготения и силы инерции должны рассматриваться как силы дальнего действия, источником которых, вообще говоря, являются массы и энергия распределенные по всей Вселенной. В очень многих практических приложениях механика Ньютона и механика общей теории относительности неразличимы по своим результатам. Различие в количественных теориях сказывается в некоторых важных физических эффектах. Однако, эти эффекты не связаны с пониманием качественной природы сил инерции.

Наличие сил действия и противодействия вытекает из общего закона сохранения количеств движения для механических систем. Этот закон составляет неизбежную основу физики при всех её обобщениях. Во многих элементарных задачах, основанных на макроскопических приближениях, иллюстрации закона действия и противодействия просты и убедительны. При более глубоком микроскопическом обсуждении взаимодействий частиц в телах, мы встречаемся с некоторыми усложняющими обстоятельствами. С микроскопической точки зрения можно принять, что силы взаимодействия между устойчивыми частицами: атомами и молекулами, электронами и ионами в окружающих нас телах — это силы электромагнитные.¹⁾

1) Силы внутриядерные не проявляются на больших расстояниях между частицами, которые характерны для окружающих нас тел, т.к. расстояние между атомами, молекулами, свободными электронами и ионами в атомах и, тем более, в телах весьма велики по сравнению с размерами ядер и самих элементарных частиц. Силы гравитационные для микроскопических взаимодействий пренебрежимо малы (для двух электронов силы гравитации в 10^{39} раз меньше электростатических сил отталкивания Кулона) по сравнению с силами электромагнитными.

В ряде случаев учет взаимодействия, как в микроскопических масштабах, так и в макроскопических телах можно понять и описать только в рамках квантовой механики, однако, в очень многих важных случаях для описания свойств физических тел достаточно ньютоновской механики, в которой силы действующие на частицы определены как электромагнитные силы Лоренца для микроскопических электромагнитных полей, описываемых уравнениями Максвелла.

Если мы возьмем движущийся электрон, то на него действует сила Лоренца. Что можно сказать о силе противодействия?

Здесь имеются осложнения. Существуют книги, где авторы по простоте душевной прямо пишут, что сила Лоренца не подчиняется закону действия и противодействия. Однако, это неверно! Но о каких источниках действия и объектах противодействия в этом случае может быть речь?

Естественным предположением могло бы быть утверждение, что источником действия и объектом противодействия являются другие заряды, обуславливающие поле в месте пространства, в котором находится рассматриваемый подвижный электрон. Однако, здесь возникают следующие затруднения. Во-первых, согласно уравнениям Максвелла, вообще, возможно мысленно представить себе в бесконечном пустом пространстве электромагнитное поле без каких-либо зарядов. При наличии такого поля сила Лоренца, действующая на электрон, может отличаться от нуля. Таким образом, теоретически можно говорить о силе Лоренца при отсутствии других частиц, которые вызывают рассматриваемое поле и соответствующую силу Лоренца на данный заряд. С другой стороны, для электромагнитных полей, вызванных зарядами-электронами, например, на передающей радиостанции (это могут быть подвижные электроны в звезде, находящейся от Земли на расстоянии нескольких

миллиардов световых лет), силу, действующую на электрон, на приемной станции (на Земле) затруднительно рассматривать как силу взаимодействия между зарядами на передающей и приемной радиостанции.

Согласно уравнениям Максвелла в электродинамике нет места законам дальнего действия; для передачи сигналов и сил требуется конечное время (может быть, миллиарды световых лет). Поэтому в физике уже давно поле введено как самостоятельный объект, который подобно упругому материальному телу имеет внутренние напряжения, обладает количеством движения и энергией и может взаимодействовать силами с материальными телами. Действие и противодействие при движении электрона в электромагнитном поле надо рассматривать, и рассматривается по существу, как взаимодействие с полем.

В этом свете необходимо пересмотреть формулировку закона Кулона о "взаимодействии зарядов". В действительности нет дальнего действия, происходит взаимодействие зарядов с порождаемыми зарядами электромагнитными полями. В связи с этим, уместно напомнить, что закон Кулона в обычном виде верен только в статических условиях, когда заряды неподвижны. Для системы зарядов, движущихся друг относительно друга, закон Кулона вообще не верен. Таким образом, частицы в теле в действительности взаимодействуют друг с другом только в косвенном смысле через микроскопическое электромагнитное поле.

Если мы рассматриваем газ и говорим о столкновении атомов и молекул, то основная идея о контактах при столкновении частиц в ~~каком~~ самом деле не имеет места, то, что подразумевается под столкновением частиц, в действительности

представляет собой сближение частиц и обусловленное этим резкое изменение скорости частиц, возникающее благодаря очень большим электродинамическим силам взаимодействия частиц и поля в окрестности атомов и молекул.

При падении камня на Землю происходит ряд известных эффектов, но не происходит, то о чем мы всегда говорим, не происходит непосредственного контакта между молекулами камня и Земли, происходит сильное взаимодействие между микроскопическими полями и молекулами камня и Земли. В результате этого взаимодействия камень может разбиться на части, а в Земле образоваться вмятины.

Следовательно, многие силы взаимодействия между телами при более глубоком рассмотрении можно свести к взаимодействиям между частицами каждого из тел и электромагнитными полями, связанными с расположением и движением частиц в каждом из тел.

Электромагнитные силы, действующие на частицы со стороны поля, в некотором смысле похожи на силы инерции, действующие на ускоренно движущиеся частицы и обусловленные свойствами гравитационного поля системы масс во Вселенной. Описанная выше микроскопическая картина и природа взаимодействия тел основана на упрощенном толковании существа дела в рамках ньютоновской механики и электродинамической теории Максвелла. Однако, различного рода упрощения нужно вводить всегда, на каком бы уровне не строилась принципиальная схема тел и процессов.

В многих случаях микроскопическую картину требуется усложнять за счет законов квантовой механики.

В макроскопических теориях целесообразно строить

модели реальных тел с помощью ряда приемлимых допущений, из которых обычно одним из основных является рассмотрение материальных тел, заполняющих пространство непрерывно сплошным образом, когда вводится понятие о материальном континууме. Во всякой разумной теории имеются свои границы и своя целесообразная степень усложнения. В многих случаях явно неверные допущения совершенно необходимы и целесообразны. Например, иногда допустимы и полезны представления о непосредственном контакте материальных тел или молекул и атомов при столкновениях.

Несмотря на явное противоречие идеи о материальном континууме с основной физической идеей о молекулярной и атомной структуре тел, на практике и в приложениях с помощью идеи о сплошном теле получается очень хороший способ изучения действительных макроскопических свойств тел. Для описания большого числа частиц, находящихся в хаотических микроскопических взаимодействиях и движениях, разумно применять методы механики сплошных сред, в которых по существу нет речи об отдельных молекулах или атомах.

О молекулах и атомах можно говорить и в этом случае, но только как об образах в эвристических наводящих рассуждениях для вывода макроскопических законов нужных для физики сплошных сред. В связи с этим отметим, что в кинетической теории газов и материи вообще, несмотря на дискретную терминологию, по существу, обычно, рассматривают также модели сплошных сред. Например, так обстоит дело при описании газов с помощью уравнения Больцмана.

Мы знаем, что наши представления о природе и строении вещества, об основных законах физики и тонкие методы описания явлений и процессов все время совершенствуются

и усложняются. Однако, "старые" представления и теории прочно сохраняют свое значение и служат основой для создания и развития новых теорий. "Неверная" механика Ньютона для известной области явлений и приложений навсегда останется "верной" надежной и сверхточной механикой. Так называемые законы сохранения, установленные вначале в ньютоновской механике, являются основными законами также и в квантовой механике.

Главным предметом механики и физики вообще является не только изучение характеристичных свойств и движений элементарных частиц или материальной точки, но и изучение свойств и движений конечных тел. В понимание проблем и законов механики входит также и понимание соотношений между макроскопическими свойствами и микроскопическими устройствами. На первый взгляд кажется, что если микроскопическая картина устройства тела как совокупности отдельных частиц установлена, то этим самым проблема о свойствах тела и о способах изучения его движения в принципе всегда может быть разрешима и что решение отдельных задач — это дело, технически связанное с трудностями вычислительного и описательного характера. Таким путем может создаваться и иногда создается фактическое мнение, что основные законы взаимодействия элементарных и отдельных частиц по своему существу уже содержат в себе и законы взаимодействия конечных тел и все свойства тел вообще. Поэтому не требуется по существу никаких новых дополнительных фундаментальных уравнений, кроме уравнений, характеризующих взаимодействие элементарных частиц.

В действительности такое представление совершенно неверно! Дело в том, что при переходе от движения и взаимодействия в большом ансамбле отдельных частиц к движению физически малых макроскопических частиц требуется опереться и вводить новые универсальные и специфические предположения, которые после опытного подтверждения необходимо рассматривать как законы, которые по своему существу так же, а, может быть, еще более важны и необходимы, чем законы для элементарных частиц в микроскопическом взаимодействии.

Такое положение связано в основном с двумя важнейшими причинами:

1. На практике фактически осуществляются только наиболее вероятные состояния и процессы. Большое число частиц в физически бесконечно-малых объемах обуславливает практическое совпадение наибольшей вероятности с достоверностью.
2. Физически малые макроскопические частицы тел как совокупности отдельных частиц имеют огромное число степеней свободы, тогда как число параметров, задающих состояние и характеризующих процесс макроскопической малой частицы, вообще говоря, конечно и невелико.

Например, кубический сантиметр воздуха при обычных условиях в атмосфере имеет $2.7 \cdot 10^{19}$ молекул и, следовательно, по крайней мере, $8.1 \cdot 10^{19}$ степеней свободы, тогда как состояние в макроскопической теории воздуха как совершенного (идеальный газ, подчиняющийся уравнению Клапейрона) газа характеризуется вполне только двумя независимыми параметрами: плотностью и температурой.

Переход только к вероятным процессам и связанное с этим существеннейшее снижение числа степеней свободы можно осуществить только на основании далеко идущих

гипотез-законов, справедливость которых в обычных условиях устанавливается в опытах.

В связи с макроскопическими теориями важно отметить еще следующие фундаментальные обстоятельства.

Физика стояла всегда на том, и это положение сохраняется до сих пор, что все микроскопические акты взаимодействия между отдельными частицами и их движения всегда обратимы.

Это значит, что в полной системе уравнений движения после замены времени t на $-t$ и изменения направления скоростей на противоположные весь процесс пойдет в обратном направлении. По заданным начальным данным можно восстановить не только все будущее, но и все прошедшее. Свойство обратимости имеет место не только в механике Ньютона, но и в квантовой механике.

С другой стороны, макроскопическая физика исходит из того, что все макроскопические процессы всегда ^{не} обратимы и только в пределе в специальных условиях можно вводить и рассматривать обратимые процессы.

На практике имеет место диссипация энергии и, в частности, имеются силы трения, которые обуславливают важнейшие практические эффекты (только благодаря силам трения возможно движение поездов, автомобилей и т.п.).

При переходе от микроскопических систем уравнений к макроскопическим системам уравнений необходимо вводить и опираться на некоторые допущения, которые влекут за собой, в частности, появление необратимости.

Таким образом, эффекты и явления необратимости получаются как результат важнейших законов, которые имеют статистическую природу и которые по своему существу не содержатся в

микроскопических моделях строения тел.

Исследование такого рода законов немислимо без опоры на опытные данные или на теоретические правдоподобные гипотезы.

Некоторые из такого рода гипотез-законов могут иметь универсальную природу, иначе говоря, они могут относиться к любым совокупностям большого числа взаимодействующих и движущихся частиц, т.е. для любых тел. Кроме этого, должны быть законы специфические, связанные с частными свойствами множества частиц и их взаимодействия. Оказывается, что микроскопические свойства частиц и структуры их расположения накладывают свой отпечаток на макроскопические свойства. Именно, такие частные свойства приводят к различного вида макроскопическим телам: различные газы и жидкости, твердые тела с различными физическими свойствами, кристаллы и т.д. и т.п.

Исследование и установление макроскопических свойств и процессов с уменьшенным числом степеней свободы для физически-малых объектов представляет собой основное содержание статистической физики, исходящей из вероятностной трактовки свойств множеств большого числа частиц и классической термодинамики, в которой развиваются чисто феноменологические - эмперически обоснованные-методы описания физических сред - материальных тел, а также и электромагнитных полей.

Изложенные выше положения подводят нас вплотную к двум основным направлениям современной физики. Двум направлениям, имеющим по своему существу общие черты и тесно связанным между собой¹⁾. Это теория элементарных частиц,

1) Кроме этих фундаментальных направлений в технике и в физике имеется множество других важных направлений, проблем и конкретных задач, многие из которых имеют насущное практическое значение

в которой необходимо вскрыть характерные черты, задающие свойства частиц и законы их взаимодействия, т.е. построить более глубокие и универсальные новые модели частиц и таким путем получить новые основы для понимания и описания микроскопических процессов. Второе направление - это построение моделей макроскопических тел с усложненными внутренними структурами и взаимодействиями, в этом случае также требуется вводить новые понятия и величины как характеристики свойств и процессов и устанавливать новые закономерности - уравнения между этими характеристиками. Эти новые соотношения, хотя и несут в себе микроскопические особенности устройства тел, но все же не содержатся непосредственно в микроскопической формулировке взаимодействий и условий определяющих движение отдельных частиц. Обе эти проблемы находятся в стадии развития и в обоих случаях отсутствует полная объективная ясность о том, что нас ожидает в дальнейшем прогрессе науки.

Ротапринт ВЦ МГУ

1,25 л. Зак. 16. Тир.250. Ц. 5 коп.



