

## О ТЕНДЕНЦИЯХ РАЗВИТИЯ ВУЗОВСКОГО ФИЗИЧЕСКОГО ОБРАЗОВАНИЯ

Н.О. Мааткеримов, *Бсыккульский государственный университет им. К. Тыныстанова*  
Ж.К. Кендирбаев, *Бсыккульский институт кооперации им. академика Ж. Алышбаева*  
Р.У. Исаева, *Кыргызский национальный университет им. Ж.Баласагына*

Перед современным курсом общей физики стоят следующие задачи:

- ознакомить студентов с основными принципами, теориями, законами физической науки и их математическими выражениями, а также с физическими явлениями, методами их наблюдения и экспериментального исследования;
- научить правильно выражать физические идеи, дать представление о границах применимости физических моделей и теорий, привить умения количественно формулировать и решать физические задачи, оценивать порядки физических величин;
- сформировать определенные навыки экспериментальной работы, ознакомить с главными методами точного измерения физических величин, простейшими методами обработки результатов эксперимента и основными физическими приборами;
- помочь овладеть пониманием философских и методологических проблем современной физической науки, ознакомиться с этапами истории ее развития;
- дать студентам представление о роли физики в научно-техническом прогрессе, охране окружающей среды, развивать у них творческие способности, интерес и умение решать научно - технические и другие прикладные проблемы.

*Механика* всегда играла первостепенную роль в жизни и деятельности человека, поскольку она связана со всеми явлениями и процессами, в которых участвуют макроскопические тела. Поэтому из всех физических наук именно механика была первой областью знаний, которая сформировалась как наука и стала применяться не только для познания окружающего мира, но и для практического использования его законов.

Первый шаг в создании классической механики был сделан Г. Галилеем, сформулировавшим принцип относительности механики, законы инерции, свободного падения тел и сложения движений и скоростей.

В процессе развития ньютоновской механики был дан глубокий анализ ее основных понятий. Одним из главных является понятие массы, общепринятым определением которой явилось утверждение, что масса является мерой инертных свойств тел. Другим важным понятием классической механики является сила, природу которой И.Ньютон не обсуждал и понимал их чисто феноменологически. И в рамках его представлений об относительном и абсолютном пространстве силы инерции обусловлены ускоренным движением относительно абсолютного пространства.

Современные авторы придерживаются идеи излагать релятивистские представления о пространстве и времени, преобразования Лоренца в начале курса, благодаря чему понятия пространства, времени, движения и материи выступают в неразрывном единстве уже в кинематике [1].

В классической механике наряду с основными представлениями и понятиями классической физики были также выработаны методы физического исследования и формулировки физических теорий. Эти представления, понятия и методы были успешно использованы при формулировке специальной и общей теории относительности и при исследовании полевой формы материи, в первую очередь, в классической электродинамике. Неразрывность связи пространства, времени, движения и материи получила свое наиболее полное воплощение, которого удалось достигнуть к настоящему времени в физической теории [6]. Требование релятивистской инвариантности теории стало важнейшим эвристическим принципом физического исследования. Произошел переход от формулировки физической теории в рамках пространства и времени к формулировке теории в четырехмерном многообразии пространства-времени, геометрия которого приобрела значение важного элемента теории.

При изучении явлений микромира стало ясным, что классические понятия и представления не адекватны этой области явлений. С другой стороны, очевидно, что человеческий разум для построения физики явлений микромира не имеет никаких понятий и представлений, кроме классических. А человеческий опыт и существование всегда были, есть и, по-видимому, будут макроскопическими. Это означает, что свойства материальных объектов микромира и законы их движения должны быть описаны с помощью понятий и представлений классической физики. Это задача была выполнена квантовой механикой и созданной на ее основе квантовой физикой. Представления, понятия и методы классической механики не утратили своего значения и в квантовой физике.

Законы сохранения справедливы для изолированных систем и в механике математически сводятся к первым интегралам уравнений движения. Для очень широкого класса первое интегрирование удается произвести в общем виде и представить результат как постоянство числового значения определенной комбинации физических величин. Это и есть закон сохранения (импульса, момента импульса, энергии). Законы сохранения для изолированных систем в целом обусловлены фундаментальными свойствами пространства и времени - однородностью, изотропностью пространства и однородностью времени. Поэтому значения законов сохранения выходят далеко за рамки механики, они являются фундаментальными законами физики.

Предметом *молекулярной физики* является изучение молекулярной формы движения, т.е. движения больших совокупностей молекул. При этом одинаково существенными являются две стороны вопроса: 1) изучение особенностей молекулярной формы движения самой по себе и 2) овладение методами изучения систем многих частиц и соответствующими понятиями. Вторая сторона вопроса выходит далеко за рамки ее применения к молекулярной форме движения. Однако с основными понятиями статистической физики и термодинамики целесообразно ознакомить студентов именно на молекулярных системах, поскольку с ними приходится сталкиваться в повседневной практике в первую очередь. Это важное методическое обстоятельство, потому что трудность изучения многих вопросов не в том, что они сложны по своей сути, а в том что с ними не сталкиваются в повседневном опыте, в рамках которого были выработаны основные физические понятия и представления о пространстве и времени.

Окружающие нас тела отличаются друг от друга не только размерами и массой, но и целым рядом других свойств. И если эти все другие свойства не существенны при рассмотрении механического движения, то остальные явления природы тесно связаны с ними. Свойства же тел зависят от того, как они устроены, из каких частей состоят, какие силы действуют между этими частями и т.д. Понятно поэтому, что вопрос о строении вещества является одним из основных вопросов физики.

Молекулярная физика, излагаемая в рамках общего курса физики, не должна быть ни курсом термодинамики, ни курсом статистической физики. Но без элементов той и другой обойтись нельзя. Именно элементы этих фундаментальных теорий должны быть изучены студентами довольно обстоятельно.

Основной задачей курса *электродинамики* является изложение экспериментального обоснования теории электромагнетизма и формулировка теории в локальной форме, т.е. в виде соотношений между величинами в одной и той же пространственно-временной точке. В большинстве случаев они имеют дифференциальную форму, но существенна не их дифференциальная форма, а их локальный характер. Поэтому конечным продуктом курса являются уравнения Максвелла как результат обобщения и математической формулировки установленных в эксперименте закономерностей.

Следовательно, при этой основополагающей идее изложения вопросов электричества и магнетизма основной метод изложения материала - индуктивный. Однако это не исключает, а предполагает его сочетание с дедуктивным методом изложения (в целях экономии учебного времени) в соответствии с принципами научного познания физических закономерностей. В связи с этим уравнения Максвелла методом дедукции можно излагать не только как результат математической формулировки установленных в эксперименте закономерностей, но и как инструмент исследования этих закономерностей.

Выбор экспериментальных фактов, которые могут быть взяты в экспериментальное обоснование теории с точки зрения различных авторов учебников, неоднозначен [3]. Обоснование теории электромагнетизма можно проводить и с теорией относительности и без нее. Первое обоснование, на наш взгляд, более предпочтительно, поскольку в нем теория относительности выступает как общая теория пространства-времени, на которой должны базироваться любые физические теории. Такое обоснование будет созвучно идеям Государственного стандарта по общей физике.

Все многообразные связи и явления, обусловленные электромагнитными взаимодействиями, не могут быть описаны законами электродинамики, поскольку на каждом уровне явления существуют свои специфические черты и закономерности, несводимые к закономерностям другого уровня. Однако электромагнитные взаимодействия на всех уровнях являются в определенном смысле элементарной связью, с помощью которой образуется вся цепь связей. Этим определяется практическое значение электромагнитных явлений.

Чрезвычайно велико значение теории электромагнитных явлений. Это теория является первой релятивистки инвариантной теорией. Она сыграла решающую роль в возникновении и обосновании теории относительности и явилась тем «полигоном», на котором проходили проверку многие новые идеи. Квантовая электродинамика является лучше всего разработанной квантовой теорией, предсказания которой согласуются с экспериментом поразительно хорошо, хотя в настоящее время она еще и не является внутренне непротиворечивой и завершенной. Очень существенно общепhilosophическое и мировоззренческое значение электромагнетизма. Например, в рамках электромагнитных явлений отчетливо проявляются особенности полевой теории существования материи, хорошо прослеживаются взаимопревращения ее различных форм и взаимопревращения различных форм энергии.

Существенной частью теории является вопрос о границах ее применимости и области применимости используемых теорий, понятий и моделей. Экспериментальными свидетельствами справедливости принципа суперпозиции является согласие полученных с его помощью выводов с результатами эксперимента. Установлено, что принцип суперпозиции соблюдается вплоть до очень больших напряженностей полей. Его правильность для напряженностей полей в несколько млн. В/м (электротехника, ускорители, высоковольтные разряды и т.д.) хорошо подтверждается всей инженерной практикой. Более значительные напряженности поля имеются в атомах и ядрах, на поверхности последних напряженности достигают громадных значений ( $E \approx 10^{22} \text{ В/м}$ ). Опытные данные показывают, что принцип суперпозиции выполняется, свидетельствуя о том, что имеют место и другие эффекты, а именно – поляризация вакуума в результате возникновения электронно-позитронных пар. Это приводит к квантово-механической нелинейности взаимодействия. В электростатике предполагается, что напряженность поля непрерывно и достаточно плавно изменяется в пространстве и во времени. Однако в рамках квантовых представлений сила взаимодействия между заряженными телами возникает в результате обмена фотонами. Отсюда следует дискретность взаимодействия.

Одним из ярких примеров внедрения достижений науки в производство является *оптика*. Применение лазеров и их использование с ЭВМ создали благоприятные условия для развития оптики. Высокая когерентность лазерного излучения позволяет изучить и воспроизводить в оптическом диапазоне широкий класс явлений, недоступных для исследований при малых степенях когерентности излучения.

После открытия полевой формы существования материи в виде электромагнитных волн и создания электромагнитной теории света появилась реальная возможность решить вопрос о законах взаимопревращения материи в полевой и корпускулярной форме или, другими словами, решить вопрос о взаимопревращении излучения и вещества. Казалось, что эту задачу можно успешно решить в рамках классической физики, поскольку каждая из этих форм материи хорошо описывается существующей классической теорией.

Первое указание на недостаточность классической физики для понимания взаимоотношения этих двух форм материи было получено при анализе излучения абсолютно черного тела, когда необходимо было допустить дискретность актов испускания света. Затем

были открыты корпускулярные свойства излучения и волновые свойства электронов и других частиц. Эти открытия показали, что не существует барьера между корпускулярной и полевой формой материи, что эти формы взаимно проникают друг в друга и существуют в диалектическом единстве. Экспериментальное исследование и анализ этого диалектического единства привели к необходимости коренного пересмотра основных представлений классической физики и созданию квантовой теории.

Наиболее существенное отличие курса оптики от курсов механики, молекулярной физики и электромагнетизма состоит в том, что его фундаментальные основы лежат вне курса. Это обстоятельство приводит к значительному усилению роли дедуктивного метода изложения. Поэтому, в целом, изложение оптики должно носить дедуктивный характер, а анализ экспериментальных данных в большинстве случаев (хотя и не всегда) призван либо продемонстрировать согласие выводов теории с результатами опытов, либо объяснить наблюдаемые явления.

Прогресс современной *атомной физики* связан с применением атомной и ядерной энергии в мирных целях, а также дальнейшим развитием теоретических основ современной физики и ее важнейших технических применений, которые по существу определяют достигнутый уровень современной цивилизации. Атомная и ядерная проблематика затрагивает не только материально-технические, но и экологические, гуманитарные и политические аспекты мирового сообщества. От развития атомной и ядерной энергетики и разрешения связанных с ними проблем зависит будущее человечества.

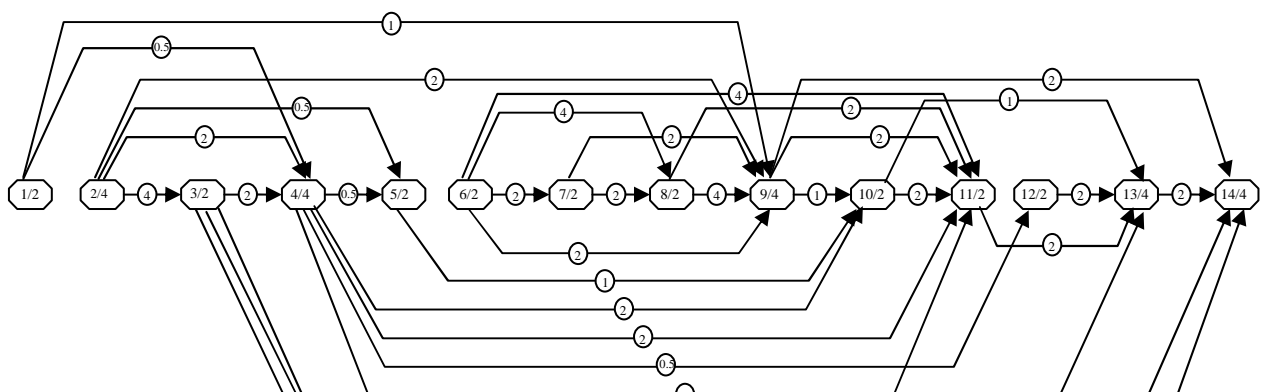
К атомной физике относятся вопросы строения атомных оболочек и изучение явлений, обусловленных свойствами и процессами в атомных оболочках. Этот раздел курса общей физики включает в себя рассмотрение явлений, в которых наиболее просто и очевидно проявляются фундаментальные квантово-механические закономерности, позволяющие сформулировать квантово-механические понятия и соответствующую модель этой области явлений. Проявление квантовых закономерностей определяется, в первую очередь, их очевидной несовместимостью с классическими представлениями. К этому кругу явлений относятся движение микрочастиц.

Построение модели такого движения привело к формулировке уравнения Шредингера, которое является новым уравнением физики и не может быть «выведено» из ранее известных уравнений. Однако в физике давно было известно, что любые волны описываются соответствующим волновым уравнением. Исторически и логически уравнение Шредингера возникло как уравнение для волн де Бройля. Такой подход к уравнению Шредингера является наиболее простым и естественным в рамках индуктивной формулировки физической модели в курсе общей физики.

Применение общей теории охватывает анализ широкого круга вопросов квантовой физики. В этом смысле рассмотрение атома водорода и простейших случаев движения микрочастиц следует рассматривать лишь как подготовку к квантово-механическому анализу более реальных ситуаций, которые изучаются в последующем.

Среди специалистов нет единообразия во мнениях по поводу необходимости сохранения связи изложения атомной физики с исторической последовательностью ее развития. С педагогической точки зрения принцип историзма необходим, например, при изложении экспериментальных оснований атомной физики, или при убеждении студентов в неизбежности разрыва с привычными представлениями, к которому приводит квантовая механика.

На основе вышеизложенных исходных идей преподавания раздела «Атомная физика» мы построили структурно-логический граф, приведенный на рис.1, где внутри вершин цифра в



*Рис.1. Структурно-логический граф изучения основных понятий атомной физики*

числителе означает номер темы, а цифра в знаменателе – время отведенное на изучение темы. Основными элементами раздела выбраны следующие: 1. Фотоэффект. 2. Опыт Резерфорда. 3. Постулаты Бора. 4. Водородоподобный атом. 5. Эффект Комптона. 6. Волны де Бройля. 7. Соотношение неопределенностей. 8. Уравнение Шредингера. 9. Движение микрочастицы. 10. Квантовые числа. 11. Принцип Паули. 12. Эффект Зеемана. 13. Молекулярные спектры. 14. Вынужденное излучение. В методике использования графового моделирования рекомендуется фиксировать наличие логической связи стрелкой, соединяющей соответствующие вершины. В целях совершенствования количественной оценки важности логической связи мы ввели понятие весового коэффициента, принимающего значения 0,5, 1, 2, 4 в зависимости от тесноты связи [7].

Чтобы обеспечить логически правильную последовательность изложения учебной информации, необходимо придерживаться всех отношений предшествования, определяемые графом. Под контуром графа понимается такой путь, у которого начальная вершина совпадает с конечной. При наличии контуров производим их разрыв с учетом логики формирования основных понятий атомной физики.

Руководствуясь критерием минимизации времени изучения раздела, была выбрана (из нескольких возможных) оптимальная последовательность изложения тем, которая имеет минимальный суммарный временной разрыв между всеми логически связанными темами курса.

Кроме того, в отличие от традиционной формы проведения практических занятий по решению задач нами предлагались студентам составить графовые модели хода решения отдельных из них. Использование графовых моделей в данном случае совмещают две функции: учебно-познавательную и методическую. На следующем этапе овладения методикой решения прямых задач с использованием графа можно перейти к другой форме задания, являющимся как бы обратными рассмотренным. В процессе выполнения обратной задачи обучаемый по известному графу поиска решения находит это решение в общем виде и составляет конкретное содержание. Варьирование различным положением элементов по ступеням (уровням), изменение конфигурации графа, разрывы в связях создают большие методические возможности разнообразить типы заданий в зависимости от целей обучения.

Многолетний опыт решения основных задач нормирования процесса обучения в вузе позволил выделить следующие дидактические условия совершенствования преподавания общего курса физики на различных факультетах БГУ им. К. Тыныстанова и БИК им. акад. Ж. Алышбаева:

- структурирование учебного материала в соответствии с ведущими идеями основных разделов курса общей физики;
- установление логических связей между элементами структуры курса физики на основе цикла научного познания в естественных науках;
- качественный и количественный анализ содержания учебной информации с использованием математических методов и моделей;
- разработка оптимального бюджета учебного времени для усвоения определенной порции учебного материала.

#### ЛИТЕРАТУРА

1. Матвеев А.Н. Механика и теория относительности: Учебн. пос. для физич. спец. вузов. – 2-е издание перераб. и доп. – М.: Высшая школа, 1986, 320 с.

2. Кикоин А.К, Кикоин И.К. Молекулярная физика. – Изд. 2-е, перераб. -М.: Наука, 1976, 480 с.
3. Айтмурзаев Т. Электродинамика жана салыштырмалуулуктун атайын теориясы. -Бишкек: Мектеп, 2000, 534 б.
4. Кидибаев М.М, Шаршеев К. Физиканын жалпы курсу. Оптика.- 4 том. -Бишкек: Илим, 2005, 463 б.
5. Сивухин Д.В. Общий курс физики: Атомная и ядерная физика. -Т. 5.- М.:Физматлит, 2002, 528 с.
6. Болотовский Б. Эйнштейн и современная картина мира //Наука и жизнь, № 4, 2006, с. 96-105.
7. Мааткеримов Н.О Теоретические основы нормирования учебного процесса по молекулярной физике. -Каракол: Педагогика, 2002, 210 с.