

УДК 53:37

СОВРЕМЕННАЯ ФИЗИКА – НОВЫЙ ЭТАП ДИАЛОГА ЧЕЛОВЕКА С ПРИРОДОЙ

¹Воронов В.К., ²Герашенко Л.А.

¹*Иркутский национальный исследовательский технический университет, Иркутск, e-mail: voronov@istu.edu.ru;*

²*Братский государственный университет, Братск, e-mail: Gerashsenko@mail.ru*

В статье дано изложение содержания комплекта учебников под общим названием «Современная физика», состоящего из трех книг, в которых нашли отражение достижения физики примерно за пятьдесят – шестьдесят лет, начиная с середины двадцатого века. Первый учебник состоит из десяти глав. Вторая книга включает пять глав. В третьей книге, состоящей из трех частей, излагаются физические основы нанотехнологий. Учебники написаны на основании материала, отобранного из различных источников (обзорные статьи, монографии). Преимущественные источники, которыми пользовались авторы – статьи, опубликованные в журнале «Успехах физических наук». Общий объем трех книг – порядка восьмидесяти печатных листов. Изложению структуре комплекта учебников предпослано изложение мотивов, побудивших авторов его подготовить. Отмечается, в связи с этим, что стремительный рост научной информации и все более усиливающая интеграция различных разделов ставят проблемы методологического характера, которые необходимо решать в процессе издания учебной литературы. Отмечается также, что с середины двадцатого века и по настоящее время создан ряд новых разделов физики, в том числе, нелинейная оптика, физика открытых систем, квантовая информация, разделы, связанные с изучением строения и динамики молекул. Имеется достаточно обширная научная литература по новым разделам физики в виде оригинальных статей и обзоров, публикуемых в специализированных периодических изданиях. Однако она рассчитана, главным образом, на специалистов. Что касается учебной литературы, то она практически отсутствует.

Ключевые слова: современная физика, конденсированное состояние, плазменное состояние, наноматериалы

THE MODERN PHYSICS-A NEW STAGE OF DIALOGUE OF MAN WITH NATURE

¹Voronov V.K., ²Gerashchenko L.A.

¹*Irkutsk national research technical university, Irkutsk, e-mail: voronov@istu.edu.ru;*

²*Bratsk state university, Bratsk, e-mail: Gerashsenko@mail.ru*

The article given presentation of the contents of the kit tutorials titled «Modern Physics», consisting of three books which reflected achievements of Physics in approximately fifty-sixty years since the mid-20th century. First tutorial consists of ten chapters. The second book consists of five chapters. In the third book, consisting of three parts outlining physical basics of nanotechnology. Tutorials are written based on material selected from various sources (articles, monographs). Preferential sources used by the authors of the articles published in the journal «The success physical sciences.» The total amount of the three books is about eighty printed sheets. Presentation of the structure of sets of textbooks on the third presentation of the motive which led the authors to prepare. It is noted in this connection that the rapid growth of scientific information and the increasingly intensifying the integration of various sections pose methodological problems that need to be addressed in the process of publication of educational literature. It is also noted that since the mid-twentieth time and present a number of new sections, including physics, nonlinear optics, physics of open systems, quantum information, topics related to the study of the structure and dynamics of molecules. There are quite extensive scientific literature on new sections of Physics in the form of original articles and reviews published in specialized periodicals. However, it is designed mainly for specialists. With regard to educational literature, it is virtually non-existent.

Keywords: modern physics, condensed state, plasma state, nanomaterials

Принципиальным моментом современного развития науки является все возрастающий объем знаний. Зародившись в древнем мире в связи с потребностями общественной практики, наука превратилась в производительную силу и важнейший социальный институт, оказывающий значительное влияние на все сферы общества и культуру в целом. Объем научной деятельности начиная с семнадцатого века удваивается примерно каждые десять – пятнадцать лет (рост открытий, научной информации, числа научных работников). Следствием стремительного роста объема информации является все более увеличивающийся разрыв между достигнутым наукой уровнем знаний и тем, что преподается в вузе.

В одном из своих выступлений профессор Капица С.П. высказал мысль, что каждое поколение должно написать свой учебник по физике. Возникают вопросы: «Пришло ли время для написания такого учебника и если да, то готово ли нынешнее поколение (конца двадцатого – начала двадцать первого века) сделать это? И самое главное – каким должно быть содержание такого учебного издания?»

Говоря об истории развития физики, известный американский физик-популяризатор науки Джей Орир, до некоторой степени произвольно, выделил три периода – классический, новый и современный [5]. К концу XIX века были подробно изучены такие разделы физики, как механика, термодина-

мика, электромагнетизм, оптика и гидродинамика. Разработка теории этих разделов казалась в основных чертах завершённой, так что в дальнейшем вряд ли можно было ожидать каких-либо новых важных открытий. Совокупность этих разделов принято было называть классической физикой.

В самом конце девятнадцатого века и на протяжении первых трех десятилетий двадцатого века в физике был сделан ряд удивительных открытий. Было обнаружено явление радиоактивности, которое в дальнейшем стало использоваться для исследования строения атома. Создание теории относительности заставило пересмотреть прежние взгляды на пространство и время. Попытки описать строение атома привели к созданию квантовой теории. Этот период, на протяжении которого изменился весь характер физических исследований, стали называть периодом новой физики.

В тридцатых годах двадцатого века впервые наблюдалось радиоизлучение звезд, были открыты нейтрон и деление атомных ядер. Эти и другие открытия привели к накоплению огромного количества результатов в новых областях физики, и это продолжает происходить и в настоящее время. Подобное развитие физических исследований, следствием которых явились дальнейшие открытия и возникновение новых идей, привело к созданию современной физики.

Отличительной чертой современного естествознания, наряду с ростом объема информации является все более усиливающаяся интеграция научных исследований. Такая тенденция делает все более условным деление естествознания на строго конкретные разделы. Хотя главенствующая роль физики, изучающей простейшие и вместе с тем наиболее общие свойства материального мира, остается, равно как остается и специфика предмета исследований других разделов естествознания. Указанные две особенности (стремительный рост научной информации и все более усиливающая интеграция различных разделов естествознания) ставят проблемы методологического характера, которые необходимо решать в процессе издания учебной литературы. Актуальность проблемы еще усиливается и тем фактом, что очень часто делается акцент на то, как учить. Хотя проблема состоит в другом: «Чему учить?»

Выше изложенное стало побудительной основой для того, чтобы взяться за подготовку учебных изданий, в которых нашли бы отражение достижения физики примерно за пятьдесят – шестьдесят лет, начиная с середины двадцатого века. Указанный период характеризуется появлением цело-

го ряда новых разделов знаний, в частности, нелинейной оптики, физики открытых систем, квантовой информации, разделов, связанных с изучением строения и динамики молекул. Имеется достаточно обширная научная литература по новым разделам физики в виде оригинальных статей и обзоров, публикуемых в специализированных периодических изданиях. Однако она рассчитана, главным образом, на специалистов. Что касается учебной литературы, то она практически отсутствует.

Основу упомянутых выше книг составляют три учебника [1–3], рекомендованные к изданию научно-методическим советом по физике Министерства образования и науки Российской Федерации. Они написаны на основании материала, отобранного из различных источников (обзорные статьи, монографии). Преимущественные источники, которыми пользовались авторы – статьи, опубликованные в журнале «Успехах физических наук». Список литературы приводится в конце каждой главы. В целом ряде случаев в него включаются источники, из которых материал не брался вовсе или, если это делалось, то в небольшом объеме. Но они могут быть полезными для углубленного изучения материала, что и побудило авторов таким образом расширить список литературы. Следовательно, читатель обсуждаемых здесь изданий получает возможность использовать обширный список публикаций по различным разделам современной физики.

Содержание курса «Современная физика»

Первый учебник состоит из десяти глав. Первая глава отведена изложению основополагающих сведений о новых нелинейных оптических эффектах, возникновение которых зависит от интенсивности света. Имеются две причины, обуславливающие различие результатов взаимодействия с веществом света малой и большой интенсивности. Во-первых, при большой интенсивности главную роль играют многофотонные процессы, когда в элементарном акте поглощается несколько фотонов. Во-вторых, при больших интенсивностях возникают эффекты самовоздействия, заключающиеся в изменении исходных свойств вещества под действием распространяющегося в нем света. Во второй главе рассмотрены основные понятия нового междисциплинарного научного направления – физики открытых систем, возникновение которого было подготовлено трудами выдающихся исследователей девятнадцатого века. Среди них физик Людвиг Больцман, математики Анри

Пуанкаре и Александр Ляпунов, биолог Чарльз Дарвин. Третья глава учебного пособия отведена физике твердых тел, изучение которых занимает особое место, потому что именно на этом пути мы, прежде всего, получаем сведения о строении материи живой и неживой природы, о материалах, используемых в технике. В четвертой главе книги излагается материал, отражающий тот раздел физики, благодаря которому сегодня открываются новые возможности широкого и многомасштабного применения полупроводников в самых разнообразных отраслях науки и техники. В пятой главе дается описание ряда новых объектов атомной физики, привлекающих все возрастающее внимание исследователей разнообразием физических свойств и явлений, присущих этим объектам. Это, прежде всего, свойства возбужденных атомов и молекул в газообразном состоянии (в частности, эксимерные молекулы, многозарядные ионы и ридберговские атомы), а также процессы, протекающие при их участии.

Шестая глава отведена изложению основополагающих теоретических и экспериментальных основ нового научного направления, возникшего на стыке нескольких дисциплин. Имеется в виду та область знаний, которая занимается строением и динамикой молекул. В широком смысле речь идет об исследовании материи на молекулярном уровне. Конечная цель такого исследования – электронное и пространственное строение многоэлектронных (молекулярных) систем, а также природа процессов и явлений, происходящих с их участием. В седьмой главе речь идет о квантовой информации – новом направлении физики, возникшем благодаря развитию тех идей квантовой механики, которые до сравнительно недавнего времени оставались фактически неустраиваемыми. В ряде публикаций отмечается, что квантовая информация находится в начале пути своего развития. Вместе с тем оно идет столь стремительно, а результаты, достигнутые к настоящему времени, столь впечатляющие, что есть основания отражать их и в учебной литературе. В восьмой главе дается изложение современных представлений о природе фундаментальных сил. Материал девятой главы учебного пособия знакомит читателя с впечатляющими успехами о строении и динамике ядерной материи, достигнутыми во второй половине двадцатого года. Акценты в указанный период сместились в сторону изучения ядерно-ядерных взаимодействий (прежде всего, высокоэнергетических ядерных объектов). В результате был накоплен огромный материал, глубокий те-

оретический анализ которого позволил достичь впечатляющих успехов в отношении понимания строения и динамики ядерной материи. В десятой главе обсуждаются некоторые принципиальные вопросы, относящиеся к проблеме возникновения жизни и мышления, ответы на которые исследователи стремятся найти, опираясь на достижения современной физики. Вопросы о возникновении жизни и мышления выходят за рамки биологии и представляют общенаучный интерес. В последнее время они привлекают внимание физиков, особенно занимающихся нелинейными задачами и проблемами самоорганизацией.

Вторая книга из трех выше указанных включает пять глав. Первые две из них отведены описанию соответственно нелинейно-оптических и электрических явлений в материалах, для которых является характерным конденсированное состояние вещества. Обсуждаются оптические свойства пленок полупроводников, среды с отрицательным коэффициентом преломления, лазеры на свободных электронах. Обсуждается также высокотемпературная сверхпроводимость, физические основы спинтроники и акустоэлектроники, электроны в криволинейных наноструктурах, коллективные явления в полупроводниках с участием экситонов. В третьей главе излагаются особенности физических свойств новых магнитных материалов, появление которых в немалой степени определяет прогресс в науке и технике, свидетелями которого мы являемся. Здесь рассмотрены, в частности, физические свойства манганитов, ферромагнетики с памятью формы. В четвертой главе отражены результаты новой области знаний, связанной с пространственной организацией в конденсированных средах. Зародившись в середине двадцатого века благодаря, прежде всего, работам в области физики открытых систем и идеи самоорганизации, данная область знаний уже играет важную роль в технологическом прогрессе общества. В четвертой главе описывается структурообразование в нелинейных динамических системах, кластеры и кластерные пучки, жидкокристаллическое состояние вещества, дефектно-примесная и изотопическая инженерия, формирование трехмерных наноструктур на поверхности полупроводников. Наконец, в пятой главе данной книги дается описание основных характеристик ряда новых аналитических методов. Среди широкого комплекса современных методов исследования состояния вещества особое место занимают методы, основанные на использовании знаний, полученных в процессе изучения материи на уровне ми-

кро- и нанообъектов. Исключительная информативность этих методов делает их главенствующими в широком аспекте научных исследований. В последние примерно пятнадцать – двадцать лет эти методы активно внедряются в различные отрасли промышленности, в том числе в качестве неразрушающих методов контроля, в медицинскую практику, а также для экологического контроля окружающей среды.

В третьей книге излагаются физические основы нанотехнологий. Книга состоит из трех частей. Первая часть посвящена рассмотрению физических явлений и описывающих их законов и положений, относящихся к плазменному состоянию вещества. Специфика настоящего времени состоит в том, что нанотехнологии требуют знаний о плазменном состоянии вещества, полученных, главным образом, в последние примерно двадцать пять – тридцать лет. Особенно важными являются те разделы, которые отражают результаты исследований кластерных образований в плазме. В этом плане рассматриваются условия существования кластерной плазмы, зарядка кластеров и малых частиц в плазме, динамика процессов в кластерной плазме, методы генерации кластеров. Рассматривается также магнетронная плазма, применения кластеров, фемтосекундное возбуждение кластерных пучков. Отдельные главы отведены изложению особенностей физических процессов в неидеальной плазме, а также в пылевой и лазерной плазме.

Еще одна область физики, имеющая принципиальное значение для создания нанотехнологий, связана с конденсированным состоянием вещества в наномасштабных областях пространства. Имеются в виду наноструктуры как таковые, а также входящие в состав макрообразцов, прежде всего у поверхности твердых тел. Основополагающие идеи, относящиеся к физике микро- и наномира материальных тел, находящихся в твердом и жидком состояниях, нашли во второй части учебника. В связи с этой тематикой рассматриваются оптические свойства наноматериалов, физические свойства углеродных нанотрубок и материалов на их основе, эффекты размерного квантования в наноструктурах, жидкие кристаллы, электропроводящие полимеры. Отдельная глава отведена трекообразованию и дефектообразованию в конденсированных средах.

Помимо двух выше названных частей в учебник включен материал, относящийся к теоретическим и экспериментальным методам исследования многоэлектронных систем. При этом в учебнике уделено внимание теоретическим методам, которые позволяют достаточно адекватно описывать прежде всего многочастичные аспекты коллективных электронных явлений. Дано феноменологическое объяснение специфических свойств метаматериалов. Проведено обсуждение низкоразмерных эффектов в наноструктурах, феноменологические теории в многочастичных задачах на примере изложения упругих свойств квазикристаллов, кластерных и фазовых переходов. Заключительная глава третьей части отведена изложению физических основ новых спектральных методов исследования вещества.

Материал комплекта «Современная физика» может быть использован при чтении спецкурсов «Физика конденсированного состояния», «Новые аналитические методы исследования вещества», «Физические свойства наноматериалов», других курсов, относящихся в частности, к разделу «Дисциплины совета вуза» [4].

Заключение

Трехтомник «Современная физика» предназначен, прежде всего, для студентов старших курсов высших учебных заведений, обучающихся по техническим и естественно-научным специальностям. Он будет также полезен преподавателям, особенно молодым, и всем, кто увлекается физикой и интересуется ее современным состоянием. Первая из выше названных книг переведена на английский и испанский языки. Готовится к изданию на английском языке третья книга.

Список литературы

1. Воронов В.К., Подоппелов А.В. Современная физика. – М.: Изд-во «КомКнига», 2005. – 512 с.
2. Воронов В.К., Подоппелов А.В. Современная физика: Конденсированное состояние. – М.: Изд-во ЛКИ, 2008. – 336 с.
3. Воронов В.К., Подоппелов А.В., Сагдеев Р.З. Физические основы нанотехнологий. – М.: Книжный дом «ЛИБРОКОМ», 2011. – 432 с.
4. Воронов В.К., Ким Д., Янюшкин А.С., Герашенко Л.А. Свойства и применение наноматериалов. – Старый Оскол: Издательство ТНТ, 2012. – 220 с.
5. Офир Дж. Физика: Пер. с англ. – М.: Мир, 1981. – т.1, 336 с; т.2, 288 с.