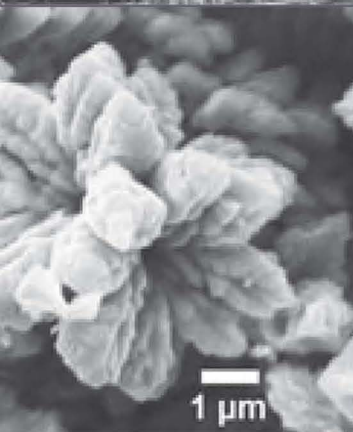
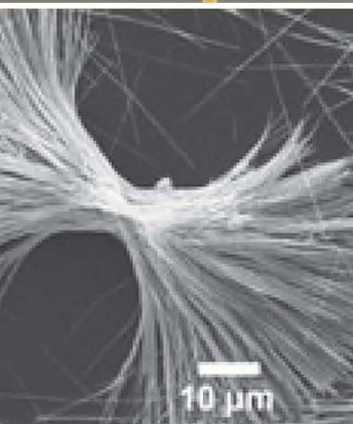
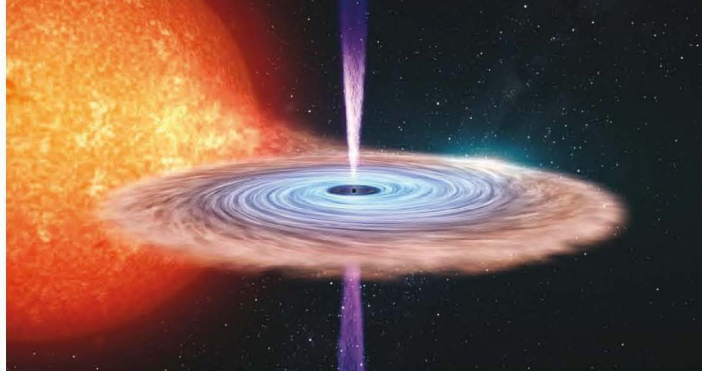
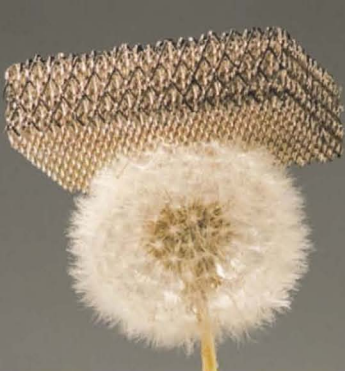




ФОРМИРОВАНИЕ ПРЕДСТАВЛЕНИЙ ШКОЛЬНИКОВ О СОВРЕМЕННОЙ НАУКЕ И ТЕХНИКЕ

Монография

ИЗДАТЕЛЬСТВО
Прометей

О.В. Бабурова, И.В. Разумовская,
Б.Н. Фролов, Н.В. Шаронова

**ФОРМИРОВАНИЕ
ПРЕДСТАВЛЕНИЙ
ШКОЛЬНИКОВ
О СОВРЕМЕННОЙ НАУКЕ
И ТЕХНИКЕ**

Монография



МОСКВА
2018

УДК 372.8
ББК 74.26
Ф 79

Рецензенты:

Наумов Андрей Витальевич, Зав. отделом спектроскопии конденсированных сред Института спектроскопии РАН, доктор физ.-мат. наук;

Исаев Дмитрий Аркадьевич, Директор Института физики, технологии и информационных систем МПГУ, доктор пед. наук.

Ф 79 Формирование представлений школьников о современной науке и технике: Монография / О.В. Бабурова, И.В. Разумовская, Б.Н. Фролов, Н.В. Шаронова; под ред. Н.В. Шароновой. — М.: Прометей, 2018. — 222 с.

ISBN 978-5-907166-86-8

В книге обсуждается важная научно-методическая проблема — как при обучении физике в общеобразовательной школе формировать представления школьников о современной науке и технике. Дается краткий обзор основных направлений современной физической науки, рассматриваются возможные подходы к изучению в школьном курсе физики сложных вопросов молекулярной физики, электродинамики и квантовой физики, связанных с вероятностными, релятивистским и квантовыми идеями, в определенном смысле противоречащими повседневному опыту, и показывается взаимосвязь современной науки и техники на примере создания и применения материалов современной техники.

Материал монографии можно применять в учебном процессе при подготовке и повышении квалификации учителя физики.

© Бабурова О.В., Разумовская И.В.,
Фролов Б.Н., Шаронова Н.В., 2018

ISBN 978-5-907166-86-8

© Издательство «Прометей», 2018

ОГЛАВЛЕНИЕ

Предисловие (<i>Разумовская И.В., Шаронова Н.В.</i>)	5
---	---

ЧАСТЬ 1. Краткий обзор развития физики в XX веке и начале XXI века (<i>Бабурова О.В., Фролов Б.Н.</i>)	10
1.1. Физика в начале XX века	10
1.2. Достижения физики первой половины XX века	13
1.2.1. Достижения квантовой механики и физики микромира	14
1.2.2. Достижения релятивизма	19
1.2.3. Создание и обоснование современной космологии	26
1.2.4. Астрономия и астрофизика	28
1.3. Достижения и открытия физики во второй половине XX века и начале XXI века	32
1.3.1. Квантовая механика, квантовая теория поля и физика элементарных частиц	33
1.3.2. Релятивизм, теория гравитации, космология и астрофизика	45

ЧАСТЬ 2. Формирование представлений школьников о неклассической физике (<i>Шаронова Н.В.</i>)	59
2.1. Ведущие идеи современной физики и школьное физическое образование	59
2.2. Формирование представлений школьников о вероятностных идеях	62
2.3. Формирование представлений школьников о релятивистских идеях	69
2.4. Формирование представлений школьников о квантовых идеях	76
2.5. Взаимосвязь проблем формирования представлений школьников о неклассической физике и развития их диалектического мышления	82

2.6. Возможные подходы к диагностике успешности формирования представлений школьников о неклассической физике	107
---	-----

ЧАСТЬ 3. Материалы современной техники:

взаимосвязь современной физики, техники и технологий (Разумовская И.В.)...... 113

3.1. Роль изучения материалов современной техники в политехническом образовании школьников.	113
3.2. Основные принципы получения и использования современных материалов	121
3.2.1. Композиционные материалы	122
3.2.2. Наноматериалы	129
3.2.3. Аморфные материалы	132
3.2.4. Метаматериалы	142
3.2.5. Биомиметика	159
3.3. Уникальные свойства материалов современной техники	165
3.3.1. Материалы с малой плотностью	165
3.3.2. Тепловые свойства современных материалов	170
3.3.3. Магнитные свойства современных материалов	177
3.3.4. Умные материалы	180
3.4. Углеродные наноматериалы	
3.4.1. Фуллерены и углеродные нанотрубки	186
3.4.2. Графен	189
3.5. Синтез и применения искусственных драгоценных камней	187

Приложения (Шаронова Н.В.)

Приложение 1.	207
Приложение 2.	209
Приложение 3.	211

Литература.	215
--------------------------	-----

ПРЕДИСЛОВИЕ

Среди задач обучения физике в школе неизменно актуальными остаются задачи формирования научного мировоззрения и реализации политехнического образования обучающихся, неразрывно связанные с задачами создания условий для их социализации и профессионального самоопределения. Современные образовательные стандарты подчеркивают важность решения данных задач на уровне, соответствующем современному этапу развития науки и техники.

В физической науке выделяют этап классической и этап современной физики. Можно также говорить о постнеклассической науке, в том числе физике. В связи с этим современная физика понимается в двух смыслах.

Во-первых, современной называют физику, «родившуюся» на рубеже XIX–XX веков. Основными идеями современной физики в этом смысле являются квантовые, релятивистские и статистические или вероятностные идеи. Причем последние распространяются в современной физике не только на большие коллективы объектов, но и на отдельные микрообъекты. Именно эти три группы идей составляют суть квантово-полевой картины мира и противостоят классической физике, лежащей в основе механической и электродинамической картин мира.

В школьном курсе физики современная физика как физика XX века (неклассическая физика) находит свое отражение в соответствии с образовательным стандартом. Однако формирование релятивистских, квантовых и статистических представлений учащихся по вполне объективным причинам встречается со значительными трудностями. Не в последнюю

очередь это связано с особо интенсивной подготовкой одиннадцатиклассников к ЕГЭ.

Во-вторых, современной называют физику конца XX — начала XXI веков. В определенном смысле можно говорить о процессе становления новой картины мира, основой которой станут идеи современной физики во втором смысле этих слов — постнеклассической физики.

Для физики конца XX — начала XXI веков характерны не только сохранение роли квантовых, релятивистских и статистических идей, но и единство микрофизики и мегафизики, идеи нанотехнологий и синергетики.

Сказанное и определяет принципиально важную роль изучения в школе вопросов современной физики для достижения личностных и метапредметных образовательных результатов.

Необходимо формировать представления учащихся средней школы, которая является профильной, о современной физике и в первом, и во втором смыслах этих слов. Для учащихся, выбравших физико-математический и сходные с ним профили, изучение вопросов современной физики необходимо для продолжения образования, для учащихся «нефизических» профилей изучение современной физики имеет общекультурное значение.

Но в рамках школьного курса физики возможности для изучения физики конца XX — начала XXI века весьма ограничены. Образование всегда отстает от науки. Поэтому следует реализовывать возможности элективных и факультативных курсов, различных форм внеклассной работы с учащимися, в том числе потенциал проектно-исследовательской деятельности учащихся. Важнейшую роль могут сыграть и различные интегрированные курсы.

При этом нужно понимать, что в условиях повсеместной подготовки к итоговой аттестации большая часть 11-классников выбирает факультативные занятия, нацеленные именно на эту подготовку, а не на изучение дополнительных интересных вопросов науки и техники. Поэтому интересным здесь может стать включение в содержание уроков физики

результатов внеурочной деятельности учащихся. Например, в содержание уроков по теме «Оптические явления» в 11 классе можно включить вопросы о веществах с отрицательным показателем преломления. При этом отдельным учащимся можно предложить задания на сравнение получения изображения в обычном веществе и в веществе с отрицательным показателем преломления. Далее эти учащиеся могут выступить на уроке с демонстрацией построения изображения в этих веществах.

Экономическое и политическое положение нашей страны требует возврата к серьезной политехнической составляющей физического образования в школе. Симптомом этих требований является повышенный интерес к инженерным классам, возрождение системы лицеев как общеобразовательных организаций при вузах или сотрудничающих с ними.

Введение в обучение физике сведений о современной технике имеет четыре цели:

- демонстрация учащимся конкретных эффективных приложений физических законов и явлений, что делает физику более «живой»;
- усиление заинтересованности учащихся, склонных в будущем выбрать профессию в области прикладной физики и техники;
- усиление заинтересованности учащихся, склонных в будущем выбрать профессию квалифицированного рабочего в области современной техники;
- повышение общей технической грамотности, необходимой каждому члену общества для правильной оценки политики правительства в области современной техники и для умения отделить истинную информацию в этой области от неграмотной и мошеннической.

Одним из направлений знакомства учащихся на уроках физики с современной техникой является знакомство их с современными материалами и наноматериалами.

Во все времена используемые материалы влияли не только непосредственно на технику, но и на другие области

человеческой цивилизации — искусство, архитектуру, медицину и пр. Современный технический уклад характеризуется тем, что достижения техники и технологий влияют на весь социум, на культуру, политику, религию, и это влияние обнаруживается и со стороны такой области, как создание и применение новых материалов как одной из основных составляющих современной техники.

Характерная особенность XXI века — конвергенция (слияние) науки и техники. В области наномира это слияние обозначают аббревиатурой NBIC (нано-био-информационные-когнитивные) технологии. Применительно к образованию в школе это слияние трансформируется в необходимость формирования универсальных умений, метапредметных знаний, что можно осуществить только при активной и планомерной реализации интеграционных процессов в школьном естественнонаучном образовании, в том числе на уровне межпредметных связей. При изучении материалов современной техники это связи физика-химия-биология-информатика.

Новые материалы создаются, прежде всего, химиками (на наноуровне — часто физиками), затем наступает время их массового производства с помощью технологов. На всех этапах разработки и тестирования нового материала необходим его анализ и определение максимально высоких эксплуатационных свойств (к которым должна стремиться технология). Это прерогатива в основном физических методов и моделей. Таким образом, межпредметные связи физика-химия при рассмотрении материалов современной техники наиболее очевидны.

При переходе к наноструктурированным материалам часто используются аналогии с «материалами» живой природы. За миллионы лет эволюции возникли удивительные способы приспособления живых существ, которые могут служить прототипом создания новых материалов. На базе бионики в области материаловедения можно проводить совместные уроки, конференции, научные проекты в межпредметной области физика-биология.

Так на уроках физики целесообразно рассмотреть материалы с малой плотностью и их использование в авиации и космической технике. Можно предложить учащимся изучение не только теоретического материала, но и в рамках лабораторных работ сравнить особенности традиционных и пеноматериалов.

Интересным для интегрированных уроков физика-химия и физика-биология является рассмотрение композиционных материалов, особенностей их строения и возможностей применения в медицине (создание материалов, превосходящих по своим свойствам различные органы человеческого организма).

Сказанное определяет значение и структуру монографии «Формирование представлений школьников о современной науке и технике».

В монографии представлены 3 части. В первой из них дается краткая характеристика современной физики, во второй речь идет о формировании представлений школьников о физике XX–XXI вв., в третьей — о взаимосвязях современной физики, техники и технологий на примере рассмотрения материалов современной техники.

В Приложении приведены примеры заданий, которые полезно выполнить будущим учителям физики, если, обучаясь в педвузе, они обсуждают на занятиях по какому-либо из методических курсов проблему формирования представлений школьников о современной физической науке, или работающим учителям, рассматривающим эту проблему в системе повышения квалификации.

ЧАСТЬ 1.

Краткий обзор развития физики в XX веке и начале XXI века

1.1. Физика в начале XX века

В первых десятилетиях XX века были развиты и получили подтверждение принципиально новые представления о строении и свойствах окружающего мира, прежде всего, в физике, в понимании свойств Вселенной, а также в биологии. Эти открытия были связаны, в первую очередь, с появлением новых технологий, позволяющих осуществлять новые более сложные в техническом исполнении эксперименты. Но также эти открытия были связаны с непрерывно продолжающимся исследованием основ физической теории, с накоплением критических замечаний в адрес этих основ, с постепенным осознанием направления новых путей развития физики.

Первый толчок в сторону отхода от классических представлений физики был сделан в 1900 году М. Планком, который в то время твердо придерживался положений классической физики и не имел намерений менять свои взгляды. Тем не менее, он на основе анализа экспериментальных фактов сформулировал гипотезу о том, что излучение электромагнитной энергии твердым телом происходит дискретными порциями, квантами, что позволило ему объяснить открытые к тому времени законы излучения абсолютно черного тела.

Далее в 1905 году А. Эйнштейн предположил, что эти порции переносятся и поглощаются также дискретно, что позволило ему объяснить открытые к тому времени законы фотоэлектрического эффекта.

Это одновременное соединение свойств непрерывности и дискретности в электромагнитном излучении привело в 1923 году Л. де Бройля (без опоры на какие-либо экспериментальные факты) к формулировке совершенно революционной идеи о том, что мельчайшая частица вещества — электрон, а с ним и другие микрочастицы (и даже макроскопические тела), также одновременно должны обладать как корпускулярными, так и волновыми свойствами. И что совершенно неожиданно, вскоре была обнаружена дифракция электронов, что экспериментально подтвердило гипотезу Л. де Бройля.

Указанные идеи привели и созданию новой науки — квантовой механики (впрочем, это название закрепилось только в 50-е годы XX века), сначала в 1924 году В. Гейзенбергом в виде матричной механики, а затем Э. Шредингером в 1925 году в виде волновой механики. Эквивалентность обоих видов квантовой механики была вскоре доказана. Открытое Э. Шредингером уравнение, описывающее эволюцию со временем волновой функции, является основным уравнением квантовой теории. Здесь следует указать, что на создание квантовой теории значительно повлияло открытие Э. Резерфордом в 1911 году планетарной модели ядра и объяснение этой модели в 1913 году Н. Бором.

Дальнейшее развитие идей и методов квантовой механики привело в XX веке к созданию новых технологий, существенно изменивших развитие человеческой цивилизации.

Одновременно с развитием квантовых идей в первых десятилетиях XX века происходило становление другой революционной теории, представляющей собой отход от представлений классической физики о пространстве и времени, а именно, релятивизма. Отдельные идеи релятивистской физики обсуждались некоторыми учеными еще в конце XIX века.

Здесь необходимо отметить знаменитого математика А. Пуанкаре, пришедшего к идее всеобщего принципа относительности, распространенного кроме механики также на другие области физики; исследовавшего также проблему одновременности удаленных событий; понявшего необходимость преобразования классической механики в механику больших скоростей, сравнимых скоростью света. Некоторые из его идей были изложены в популярной книге «Наука и гипотеза», изданной в 1902 году, и получили широкое распространение. Позднее, в работах 1905–1906 годов А. Пуанкаре изложил теорию, фактически эквивалентную формулировке специальной теории относительности, данной А. Эйнштейном.

Необходимо указать на известного физика-теоретика, создателя электронной теории материи, Х.А. Лоренца, который высказал гипотезу о сокращении тел в направлении их движения с целью объяснить отрицательный результат опыта Майкельсона. Он также ввел понятие местного времени, что означало зависимость течения времени от точки пространства. В конечном итоге Х.А. Лоренц в 1904 году вывел релятивистские преобразования координат пространства и времени, которые получили его имя.

Укажем также, что еще ранее в 1897 году Д. Лармор правильно поставил вопрос о том, каковы должны быть преобразования координат пространства и времени, чтобы уравнения Максвелла были относительно них инвариантны, и нашел правильные выражения для этих преобразований, совпадающие с преобразованиями Лоренца. Затем в книге Д. Лармора «Эфир и материя», изданной в 1900 году, была получена релятивистская формула сложения скоростей.

Таким образом, можно сделать вывод, что в начале XX века идеи релятивизма носились в воздухе. Окончательную формулировку и решение проблемы удалось осуществить двадцатипятилетнему А. Эйнштейну в его статье 1905 года «К электродинамике движущегося тела». Как потом писал А. Эйнштейн, в какой-то момент он вдруг понял, что «пазл складывается», и начал незамедлительно писать статью,

в которой он изложил основы специальной теории относительности. В своей последующей статье А. Эйнштейн обращается к проблеме обоснования формулы $E=mc^2$, которую А. Пуанкаре ранее вывел для кванта электромагнитного поля. Вывод А. Эйнштейна, сделанный им на основе своей экстраординарной физической интуиции, относится ко всем типам тел и ко всем видам материи: «...масса тела есть мера содержащейся в нем энергии», что делает А. Эйнштейна автором этой самой знаменитой формулы физики.

Через три года математик Г. Минковский показал, что формулы новой теории, которые у А. Эйнштейна были записаны в трехмерном виде, на самом деле означают, что пространство и время образуют единое четырехмерное целое — пространство-время. И хотя идеи четырехмерия в связи с преобразованиями Лоренца были и у А. Пуанкаре, именно с именем Г. Минковского связано радикальное изменение нашего представления о свойствах пространства и времени.

Идеи релятивизма также повлияли на развитие технологии в XX веке. Они легли в основу расчета атомной бомбы, а позднее водородной бомбы, а также при создании атомных реакторов и тем самым всей атомной энергетики. В настоящее время осуществляется международный проект термоядерного реактора с надеждой на начало промышленного использования термоядерной энергии в середине XXI века. Но главное значение релятивизма связано с тем влиянием, которое им было оказано на развитие фундаментальной физики, и на все мировоззрение человечества.

1.2. Достижения физики первой половины XX века

Рассмотрим произошедшие в первой половине XX века и основанные на квантовой теории экспериментальные и теоретические открытия, которые определили научно-технический прогресс во второй половине XX века, по-новому объяснив многие явления в физике, а также привели к масштабным

социальным изменениям и во многом предопределили современное развитие, как передовых стран, так и практически всего населения земного шара.

1.2.1. Достижения квантовой механики и физики микромира

В области квантовой механики несомненно выдающимся явилось открытие в 1928 году П. Дираком релятивистского уравнения для электрона, что можно поставить в один ряд с открытием самой квантовой механики.

Одним из характерных признаков релятивистского уравнения является то, что в него должны входить совершенно равноправным образом как пространственные координаты x, y, z так и временная координата t , причем производные от этих величин должны входить в уравнение в первой степени, что вытекало из созданной П. Дираком теории преобразований квантовых величин. К тому времени уже было известно релятивистское волновое уравнение — уравнение Клейна-Гордона-Фока, но в которое эти производные входили во второй степени. Обобщая математические свойства матриц Паули, П. Дирак создает свою систему матриц, что позволило ему как бы «извлечь квадратный корень» из уравнения Клейна-Гордона-Фока и получить релятивистское уравнение, содержащее производные по координатам и времени в первой степени.

Вызывает удивление тот факт, что хотя при выводе данного уравнения использовались только релятивистские и квантовые аргументы, полученное уравнение описывало частицу, содержащую полуцелый спин, а также собственный магнитный момент, равный магнетону Бора. Тем самым выходило, что существование спина у частиц является необходимым следствием релятивизма. П. Дирак впоследствии писал, что уравнение «...автоматически привело к спину $\hbar/2$ и к правильному значению магнитного момента электрона. Эти результаты были неожиданными для меня». Таким образом, полученное релятивистское уравнение описывало

электрон. Открытие П. Дирака охватило всю совокупность спектроскопических и магнитных явлений, которые до этого не находили объяснения без учета использования представления о спине.

Кроме того, волновая функция в этом уравнении уже не являлась скаляром, а принадлежала к классу математических величин нового типа — спинорам, которые до этого не были известны физикам и только недавно были открыты математиками в теории представлений группы вращений. Более того, полученное уравнение описывало сразу две частицы: электрон с положительной энергией и двумя возможными проекциями спина, а также такую же частицу, но с отрицательной энергией.

Проблема существования частиц с отрицательной энергией вызывала у П. Дирака большое беспокойство. Чтобы решить ее, он предложил гипотезу, известную как «теория дырок». Он предположил существование особой среды — вакуума, все квантовые состояния которой заняты частицами с отрицательной энергией (образно говоря, «моря» электронов с отрицательной энергией, называемого «морем Дирака»). Если одно из состояний вакуума оказывается не заполненным, то оно ведет себя как «дырка» в вакууме и представляет собой положительно заряженную частицу с положительной энергией. А при встрече с частицей с отрицательной энергией происходит аннигиляция: обе частицы исчезают, образуя два кванта электромагнитного излучения.

Одно время П. Дирак полагал, что дырка — это положительно заряженный протон, и даже опубликовал об этом в 1930 году заметку в печати. Но Г. Вейль показал, что дырка должна иметь ту же массу, что и частица с положительной энергией. В 1931 году П. Дирак развил теорию дальше и предположил, что дырки — это совершенно новые, до этого неизвестные частицы и назвал их антиэлектронами. Также он предположил, что античастицы должны существовать для всех частиц материи.

Интересно заметить, что треки антиэлектрона в камере Вильсона были впервые обнаружены советским физиком

Д. Скобельциным, который докладывал свои результаты в Кембридже в 1928 году. Д. Скобельцин на прямой вопрос, откуда такие странные треки, ответил, что это требует дальнейшего исследования.

В 1932 году антиэлектрон был экспериментально обнаружен К. Андерсоном, аспирантом известного физика Р. Милликена, которые ничего не знали о теории П. Дирака. Более того, когда были получены фотографии треков антиэлектрона, Р. Милликен не поверил, что обнаружена новая частица, и К. Андерсону пришлось послать публикацию самостоятельно. Редактор журнала, в котором была напечатана статья об открытии частицы, предложил назвать эту частицу позитроном. За открытие позитрона К. Андерсон получает в 1936 году Нобелевскую премию. Ему тогда был 31 год.

Позднее античастицы были обнаружены для многих известных элементарных частиц. Например, в 1960 году в ОИЯИ (Дубна, СССР) был открыт антисигма-гиперон. В 1970–1974 годах в СССР на серпуховском ускорителе были получены антиядра — трития (изотоп водорода) и гелия. В 1995 году в ЦЕРНе был синтезирован атом антиводорода, состоящий из позитрона и антипротона. В мае 2011 года удалось кратковременно поймать в «ловушку» атомы антивещества — было поймано 309 антипротонов, которые удерживались 1000 секунд. Открытие античастиц — это, безусловно, одно из крупнейших достижений физики XX столетия.

В области микрофизики, в первую очередь, укажем на открытие в 1932 году нейтрона Д. Чедвигом (и предсказанного ранее Э. Резерфордом). Следствием этого открытия явилась предложенная в 1932 году Д.Д. Иваненко и В. Гейзенбергом модель атомных ядер как состоящих из протонов и нейтронов (нуклонов), что дало возможность дальнейших расчетов физических процессов с атомными ядрами.

В 1935 году японский физик Х. Юкавана основал теорию обменных сил, развитой И.Е. Таммом и Д.Д. Иваненко, теоретически показал, что взаимодействие между нуклонами в ядрах атомов может иметь своим объяснением обмен между нуклонами гипотетическими частицами — мезонами — с массой

равной приблизительно 300 массам электрона. Одно время думали, что это есть открытый в 1938 году мюон, но он не участвует в сильных взаимодействиях. Частицы Юкавы, получившие название пи-мезонов (пионов), были обнаружены только в 1947 году.

Далее в ряду важнейших открытий следует назвать открытие О. Ганом и Ф. Штрассманом в 1938 году деления урана вследствие облучения нейтронами. Это открытие привело к созданию атомной бомбы, а затем и к овладением человечеством ядерной энергией.

Другим важнейшим открытием следует назвать открытие явления сверхпроводимости, осуществленное Х. Камерлинг-Оннесом в 1911 году. При некоторой определенной температуре различной для разных веществ, удельное сопротивление скачком уменьшается до нуля. Сверхпроводящее состояние возникает скачкообразно при температуре, которая называется температурой перехода. Выше этой температуры металл или полупроводник находится в нормальном состоянии, а ниже ее — в сверхпроводящем.

Камерлинг-Оннес занимался измерением сопротивления металлов при очень сильном охлаждении и неожиданно обнаружил, что при температуре, близкой к абсолютному нулю — 4,15 К, ртуть скачком теряла сопротивление. Электрический ток, однажды «запущенный», продолжал течь и после того, как было отключено напряжение. Далее было обнаружено, что магнит, падающий на сверхпроводящую пластину, повисал в воздухе, так как его поле возбуждало в металле кольцевой ток, магнитное поле которого отталкивало магнит. И так могло продолжаться сколь угодно долго, пока проводник охлажден до сверхпроводящего состояния. После множества экспериментов стало ясно, что было открыто принципиально новое явление — сверхпроводимость. Через два года Камерлинг-Оннес получает Нобелевскую премию за «исследования свойств вещества при низких температурах».

Значительное открытие в области сверхпроводимости сделал в 1933 году немецкий физик В. Мейсснер, который

обнаружил, что цилиндрический проводник, помещенный в продольное магнитное поле и охлажденный ниже температуры перехода, полностью выталкивает из себя магнитный поток. Именно вследствие этого открытия стало понятно, что явление сверхпроводимости имеет квантово-механическую природу, так как эффект Мейсснера не мог быть объяснен на основе классической электронной теории.

Долгое время явление сверхпроводимости не поддавалось объяснению ни на классическом, ни на квантовом уровне. И только во второй половине XX века теория этого явления была построена на основе квантовых методов, о чем будет рассказано позднее. Именно поэтому явление сверхпроводимости следует отнести к макроскопическим проявлениям квантовых принципов.

Одним из самых выдающихся открытий первой половины XX века было создание в 1947 году транзистора. Авторы этого открытия Д. Бардин, У. Браттейн и У. Шокли получили в 1956 году Нобелевскую премию. И хотя само открытие биполярного транзистора было относительно случайным (У. Браттейн перепутал полярность приложенного напряжения и неожиданно получил устойчивое усиление сигнала) данное открытие было результатом интенсивного развития физики полупроводников и всей полупроводниковой технологии. Затем в 1958 году была построена первая интегральная схема. Размеры первых транзисторов были доли мм, сегодня транзисторы содержат считанные атомы вещества. В 2016 году в Калифорнийском университете в Беркли был создан экспериментальный транзистор размером 0.1 нм. Был сформулирован эмпирический «закон Мура», согласно которому количество транзисторов, размещаемых на кристалле интегральной схемы, а также производительность микропроцессоров, удваивается каждые 2 года. Начался новый этап развития электроники, приведший к огромным социальным изменениям в мире, к наступлению информационного постиндустриального общества.

Еще одним выдающимся открытием, сделанным в XX веке, следует назвать открытие в 1954–1955 годах

лазерно-мазерного принципа. За это открытие американский физик Ч. Таунс и советские физики Н.Г. Басов и А.М. Прохоров получили в 1964 году Нобелевскую премию. В настоящее время лазерные технологии используются в многочисленных областях человеческой деятельности, причем как в гражданских, так и военных областях для создания лазерного оружия. К ним также относится использование в медицине, как при лечении, при производстве операций, так и при изготовлении медицинских приборов. Следует также указать на использование при обработке различных материалов для разнообразных целей; на использование в современной информатике для передачи информации с помощью волоконной оптики; на использование в разнообразных бытовых устройствах, в частности, в лазерных проигрывателях.

1.2.2. Достижения релятивизма

Одним из выдающихся открытий в первой половине XX века явилось дальнейшее развитие теории относительности А. Эйнштейном и открытие им общей теории относительности (ОТО), которая фактически представляет собой современную релятивистскую теорию гравитации. Над созданием данной теории А. Эйнштейн работал с 1907 по 1915 годы.

Отправным пунктом для развития теории явилось желание А. Эйнштейна применить специальную теорию относительности к теории тяготения, так как в теории тяготения Ньютона гравитационное взаимодействие распространялось мгновенно согласно принципу дальнего действия, что запрещалось специальной теорией относительности.

На этом пути А. Эйнштейн пришел к необходимости анализа известного эксперимента Галилея по падению тел с Пизанской башни. Согласно этому эксперименту два тела существенно различной массы достигают земли одновременно (если сопротивление воздуха при падении для этих тел будет одинаковым). Так как ускорение тела зависит от массы, являющейся мерой его инертности (от инертной массы),

а сила тяготения по Ньютону определяется его гравитационным зарядом, определяемым также массой, но уже гравитационной массой, то результат эксперимента Галилея означает, что инертная и гравитационная массы тела должны быть пропорциональны друг другу. Причем обе эти массы будут выражаться одинаковым числом килограммов при выборе надлежащей системы единиц.

Данный закон, лежащий в основе построения общей теории относительности, получил название закона эквивалентности инертной и гравитационной масс (или слабым принципом эквивалентности). Он был известен еще Ньютону, который оценил его точность как 10^{-3} . Затем Бессель, изучая через 100 лет после Ньютона (1828 г.) законы Кеплера движения планет в Солнечной системе, с учетом повысившейся к тому времени точности астрономических наблюдений дал оценку 10^{-5} . В первом десятилетии XX века венгерский ученый Этвеш путем многочисленных экспериментов сумел повысить точность до $5 \cdot 10^{-9}$. К настоящему времени американским ученым Р. Дикке точность была повышена до $3 \cdot 10^{-11}$, а затем российскими учеными В.Б. Брагинским и В.Н. Пановым до 10^{-12} . Поэтому можно считать, что закон эквивалентности инертной и гравитационной масс выполняется практически точно.

В результате действия закона эквивалентности инертной и гравитационной масс из уравнения движения тела в гравитационном поле масса тела сокращается в обеих сторонах уравнения и не определяет его движения, которое тем самым представляется свойством пространства, окружающего тело. Другим следствием данного закона является то, что человек, находящийся в свободном падении в поле тяготения, перестает ощущать свой вес, так как в этом случае сила тяготения компенсируется силой инерции (это известное явление невесомости, которое испытывают космонавты). Отсюда А. Эйнштейн делает вывод об эквивалентности силы тяготения и силы инерции. Это так называемый сильный принцип эквивалентности, который выполняется только локально, в малой окрестности пространства.

О.В. Бабурова, И.В. Разумовская,
Б.Н. Фролов, Н.В. Шаронова

ФОРМИРОВАНИЕ ПРЕДСТАВЛЕНИЙ ШКОЛЬНИКОВ О СОВРЕМЕННОЙ НАУКЕ И ТЕХНИКЕ

Монография

Публикуется в авторской редакции
Дизайн обложки *Середа Т.В.*
Компьютерная верстка *Середа Т.В.*

Издательство «Прометей»
119002, г. Москва, ул. Арбат, д. 51, стр. 1
Тел./факс: +7 (495) 730-70-69
E-mail: info@prometej.su

Подписано в печать 14.12.2018
Формат 60×84/16. Объем 13,875 п.л.
Тираж 500 экз. Заказ № 947

ISBN 978-5-907166-86-8



ФОРМИРОВАНИЕ ПРЕДСТАВЛЕНИЙ ШКОЛЬНИКОВ О СОВРЕМЕННОЙ НАУКЕ И ТЕХНИКЕ

Монография

В книге обсуждается важная научно-методическая проблема — как при обучении физике в общеобразовательной школе формировать представления школьников о современной науке и технике. Дается краткий обзор основных направлений современной физической науки, рассматриваются возможные подходы к изучению в школьном курсе физики сложных вопросов молекулярной физики, электродинамики и квантовой физики, связанных с вероятностными, релятивистским и квантовыми идеями, в определенном смысле противоречащими повседневному опыту, и показывается взаимосвязь современной науки и техники на примере создания и применения материалов современной техники.

Материал монографии можно применять в учебном процессе при подготовке и повышении квалификации учителя физики.

ISBN 978-5-907166-86-8



ИЗДАТЕЛЬСТВО
Прометей