

НЕКОТОРЫЕ ПРОБЛЕМЫ СОВРЕМЕННОЙ ФИЗИКИ *

I

Позвольте начать с той проблемы, которая привлекает сейчас наибольшее внимание физиков, над которой, пожалуй, работает наибольшее количество исследователей и исследовательских лабораторий во всем мире, — это проблема атомного ядра и, в частности, как наиболее актуальная и важная ее часть — так называемая проблема урана.

Более 25 лет тому назад удалось установить, что атомы тел состоят из сравнительно тяжелого положительно заряженного ядра, окруженного некоторым числом электронов. Положительный заряд ядра и отрицательные заряды окружающих его электронов компенсируют друг друга. В целом атом кажется нейтральным.

С 1913 почти до 1930 г. физики изучали самым тщательным образом свойства и внешние проявления той атмосферы электронов, которые окружают атомное ядро. Эти исследования привели к единой цельной теории, обнаружившей новые законы движения электронов в атоме, ранее нам неизвестные. Эта теория получила название квантовой, или волновой, теории материи. К ней мы еще вернемся.

Примерно с 1930 г. основное внимание было направлено на атомное ядро. Ядро нас особенно интересует, потому что в нем сосредоточена почти вся масса атома. А масса есть мера того запаса энергии, которой обладает данная система.

Каждый грамм любого вещества заключает в себе точно известную энергию и притом весьма значительную. Так, например, в стакане чаю, который весит примерно 200 г, заключено количество энергии, для получения которой нужно было бы сжечь около миллиона тонн угля.

Эта энергия находится именно в атомном ядре, потому что 0.999 всей энергии, всей массы тела заключает в себе ядро и только меньше 0.001 всей массы может быть отнесено к энергии электронов. Колоссальные за-

* Статья опубликована в журнале «Пропагандист» (1940. № 24, с. 9—18) и составлена на основе лекции, прочитанной в Москве 23 ноября 1940 г. в лекционном зале МГК ВКП(б). На эту же тему статья А. Ф. Иоффе в 1941 г. вышла отдельной брошюрой.

пасы энергии, находящиеся в ядрах, несравнимы ни с какой формой энергии, какую мы знали до сих пор.

Естественно, заманчива надежда обладать этой энергией. Но для этого сначала нужно изучить ее, а затем найти пути для ее использования. Это и будет основной темой первой части лекции.

Но, кроме того, ядро интересует нас и по другим причинам. Ядро атома целиком определяет всю природу его, определяет его химические свойства и его индивидуальность.

Если железо отличается от меди, от углерода, от свинца, то различие это лежит именно в атомных ядрах, а не в электронах. Электроны у всех тел одни и те же. и любой атом может потерять часть своих электронов вплоть до того, что могут быть сорваны все электроны с атома. Пока цело и неизменно атомное ядро со своим положительным зарядом, оно всегда притянет к себе столько электронов, сколько необходимо для компенсации его заряда. Если в ядре серебра 47 зарядов, то оно всегда присоединит к себе 47 электронов. Поэтому, пока цело ядро, мы имеем дело с тем же самым элементом, с тем же самым веществом. Стоит изменить ядро, как из одного химического элемента получается другой. Только тогда осуществилась бы давняя и давно уже за безнадежностью оставленная мечта алхимии — превращения одних элементов в другие. На современном этапе истории эта мечта осуществилась, не совсем в тех формах и не теми результатами, которые ожидалась алхимиками.

Что мы знаем об атомном ядре? За 10 лет настойчивого и систематического изучения мы узнали, что ядро в свою очередь состоит из еще более мелких составных частей. Эти составные части представляют собой простейшие известные нам в природе ядра.

Самое легкое и потому самое простое ядро — это ядро атома водорода. Водород — первый элемент периодической системы с атомным весом около 1. Ядро водорода входит в состав всех других ядер. Но, с другой стороны, легко видеть, что все ядра не могут состоять только из водородных ядер, как давно, уже более 100 лет назад, предполагал Прout.

Ядра атомов обладают определенной массой, которая дается атомным весом, и определенным зарядом. Заряд ядра задает тот номер, который данный элемент занимает в периодической системе Менделеева.

Водород в этой системе — первый элемент: у него один положительный заряд и один электрон. Второй по порядку элемент имеет ядро с двойным зарядом, третий — с тройным и т. д. вплоть до самого последнего и самого тяжелого из всех элементов — урана, ядро которого имеет 92 положительных заряда.

Менделеев, систематизируя громадный опытный материал в области химии, создал периодическую систему. Он, конечно, не подозревал в то время о существовании ядер, но не думал, что порядок элементов в созданной им системе определяется просто зарядом ядра и ничем больше. Оказывается, что эти две характеристики атомных ядер — атомный вес и заряд — не соответствуют тому, что мы могли бы ожидать, исходя из гипотезы Прюта.

Так, второй элемент — гелий имеет атомный вес 4. Если он состоит из 4 ядер водорода, то и заряд его должен был бы быть 4, а между тем заряд его 2, потому что это второй элемент. Таким образом, нужно думать, что в гелии всего 2 ядра водорода. Ядра водорода мы называем протонами. Но, кроме того, в ядре гелия есть еще 2 единицы массы, которые заряда не имеют. Вторую составную часть ядра приходится считать незаряженным ядром водорода. Приходится различать ядра водорода, обладающие зарядом, или протоны, и ядра, не обладающие совсем электрическим зарядом, нейтральные, их мы называем нейтронами.

Все ядра состоят из протонов и нейтронов. В гелии 2 протона и 2 нейтрона. В азоте 7 протонов и 7 нейтронов. В кислороде 8 протонов и 8 нейтронов, в углероде 6 протонов и 6 нейтронов.

Но дальше эта простота несколько нарушается, число нейтронов становится все больше и больше по сравнению с числом протонов, и в самом последнем элементе — уране имеется 92 заряда, 92 протона, а атомный вес его 238. Следовательно, к 92 протонам прибавлено еще 146 нейтронов.

Конечно, нельзя думать, что то, что мы знаем в 1940 г., есть уже исчерпывающее отображение реального мира и многообразие заканчивается на этих частицах, которые являются элементарными в буквальном смысле слова. Понятие элементарности означает только определенный этап в нашем проникновении в глубь природы. На данном этапе мы знаем, однако, состав атома лишь вплоть до этих элементов.

Эта простая картина на самом деле была выяснена не так легко. Пришлось преодолеть целый ряд затруднений, целый ряд противоречий, которые в момент своего выявления казались безвыходными, но которые, как всегда в истории науки, оказались только различными сторонами более общей картины, представлявшей собою синтез того, что казалось противоречием, и мы переходили к следующему, более глубокому пониманию проблемы.

Важнейшим из этих затруднений оказалось следующее: в самом начале нашего столетия было уже известно, что из недр радиоактивных атомов (о ядре тогда еще не подозревали) вылетают α -частицы (они оказались ядрами гелия) и β -частицы (электроны). Казалось, то, что вылетает из атома, это и есть то, из чего он состоит. Следовательно, казалось, ядра атомов состоят из ядер гелия и электронов.

Ошибочность первой части этого утверждения ясна: очевидно, что невозможно составить ядро водорода из вчетверо более тяжелых ядер гелия: часть не может быть больше целого.

Оказалась неверной и вторая часть этого утверждения. Электроны действительно вылетают при ядерных процессах, и тем не менее электронов в ядрах нет. Казалось бы, здесь — логическое противоречие. Так ли это?

Мы знаем, что атомы испускают свет, световые кванты (фотоны).

Что же эти фотоны запасены в атоме в виде света и ждут момента для вылета? Очевидно, нет. Мы понимаем испускание света таким образом, что электрические заряды в атоме, переходя из одного состояния в другое, освобождают некоторое количество энергии, которая переходит в форму лучистой энергии, распространяющейся в пространстве.

Аналогичные соображения можно высказать и относительно электрона. Электрон по целому ряду соображений не может находиться в атомном ядре. Но он не может и создаваться в ядре, как фотон, потому что обладает отрицательным электрическим зарядом. Твердо установлено, что электрический заряд так же, как и энергия и материя в целом, остается неизменным; общее количество электричества нигде не создается и нигде не исчезает. Следовательно, если уносится отрицательный заряд, то ядро получает равный ему положительный заряд. Процесс испускания электронов сопровождается изменением заряда

ядра. Но ядро состоит из протонов и нейтронов, значит, один из незаряженных нейтронов превратился в положительно заряженный протон.

Отдельный отрицательный электрон не может ни возникнуть, ни исчезнуть. Но два противоположных заряда могут при достаточном сближении взаимно скомпенсировать друг друга или даже совсем исчезнуть, выделив свой запас энергии в виде лучистой энергии (фотонов).

Какие же это положительные заряды? Удалось установить, что, кроме отрицательных электронов, в природе наблюдаются и могут быть созданы средствами лабораторий и техники положительные заряды, которые по всем своим свойствам: по массе, по величине заряда вполне соответствуют электронам, но только имеют положительный заряд. Такой заряд мы называем позитроном.

Таким образом, мы различаем электроны (отрицательные) и позитроны (положительные), отличающиеся только противоположным знаком заряда. Вблизи ядер могут происходить как процессы соединения позитронов с электронами, так и расщепления на электрон и позитрон, причем электрон уходит из атома, а позитрон входит в ядро, превращая нейтрон в протон. Одновременно с электроном уходит и незаряженная частица — нейтрино.

Наблюдаются и такие процессы в ядре, при которых электрон передает свой заряд ядру, превращая протон в нейтрон, а позитрон вылетает из атома. Когда из атома вылетает электрон, заряд ядра увеличивается на единицу; когда вылетает позитрон или протон, заряд и номер в периодической системе уменьшается на одну единицу.

Все ядра построены из заряженных протонов и незаряженных нейтронов. Спрашивается, какими силами они сдерживаются в атомном ядре, что их связывает между собой, что определяет построение различных атомных ядер из этих элементов?

Аналогичный вопрос о связи ядра с электронами в атоме получил простой ответ. Положительный заряд ядра притягивает к себе отрицательные электроны по основным законам электричества так же, как Солнце силами тяготения притягивает к себе Землю и другие планеты. Но в атомном ядре ведь одна из составных частей нейтральна. Чем же она связывается с положительно заряженным протоном и другими нейтронами? Опыты показали, что силы, связывающие между собой два нейтрона, примерно такие же по величине, как и силы,

связывающие между собой нейтрон с протоном и даже 2 протона между собой. Это не силы тяготения, не электрические или магнитные взаимодействия, а силы особого характера, которые вытекают из квантовой, или волновой, механики.

Один из советских ученых, И. Е. Тамм высказал гипотезу, что связь между нейтроном и протоном обеспечивается электрическими зарядами — электронами и позитронами. Испускание и поглощение их действительно должно дать некоторые силы связи между протоном и нейтроном. Но, как показали вычисления, эти силы во много раз слабее, чем те, которые на самом деле существуют в ядре и обеспечивают его прочность.

Тогда японский физик Юкава попробовал поставить задачу таким образом: раз взаимодействие при посредстве электронов и позитронов недостаточно, чтобы объяснить ядерные силы, то каковы же частицы, которые обеспечили бы достаточные силы? И он вычислил, что если бы в ядре встречались отрицательные и положительные частицы с массой в 200 раз большей, чем позитрон и электрон, то эти частицы обеспечили бы правильную величину сил взаимодействия.

Спустя немного времени эти частицы были обнаружены в космических лучах, которые, приходя из мирового пространства, пронизывают атмосферу и наблюдаются и на земной поверхности, и на высотах Эльбруса, и даже под землей на достаточно большой глубине. Оказывается, что космические лучи, входя в атмосферу, создают заряженные отрицательно и положительно частицы, с массой примерно в 200 раз большей, чем масса электрона. Эти частицы в то же время в 10 раз легче, чем протон и нейтрон (которые примерно в 2000 раз тяжелее, чем электрон). Таким образом, это — какие-то частицы «среднего» веса. Они поэтому были названы мезотронами, или, для краткости, мезонами. Их существование в составе космических лучей в земной атмосфере сейчас не вызывает сомнения.

Тот же И. Е. Тамм в последнее время изучал законы движения мезонов. Оказывается, они обладают своеобразными свойствами, во многих отношениях не похожими на свойства электронов и позитронов. На основании теории мезонов он вместе с Л. Д. Ландау создал чрезвычайно интересную теорию образования нейтронов и протонов.

Тамм и Лапдау представляют себе, что нейтрон есть протон, соединенный с отрицательным мезоном. Положительно заряженный протон с отрицательным электроном образуют атом водорода, хорошо нам известный. Но если вместо отрицательного электрона имеется отрицательный мезон, частица в 200 раз более тяжелая, с особыми свойствами, то такая комбинация занимает гораздо меньше места и по всем своим свойствам близко совпадает с тем, что мы знаем о нейтроне.

Согласно этой гипотезе, считается, что нейтрон — это протон, соединенный с отрицательным мезоном, и, наоборот, протон — это нейтрон, соединенный с положительным мезоном.

Таким образом, «элементарные» частицы — протоны и нейтроны — на наших глазах начинают снова расслаиваться и обнаруживать свою сложную структуру.

Но, пожалуй, еще более интересно, что такая теория вновь возвращает нас к электрической теории материи, нарушенной появлением нейтронов. Теперь снова можно утверждать, что все элементы атома и его ядра, которые нам до сих пор известны, имеют, в сущности, электрическое происхождение.

Однако не надо думать, что в ядре мы имеем дело просто с повторением свойств того же атома.

Переходя от опыта, накопленного в астрономии и механике, к масштабам атома, к 100-миллионным долям сантиметра, мы попадаем в новый мир, где проявляются неизвестные ранее новые физические свойства атомной физики. Эти свойства объясняются квантовой механикой.

Совершенно естественно ожидать, и, по-видимому, опыт уже нам это показывает, что когда мы переходим к следующему этапу, к атомному ядру, а атомное ядро еще в 100 тысяч раз меньше, чем атом, то здесь мы обнаруживаем еще новые, специфические законы ядерных процессов, не проявляющиеся заметным образом ни в атоме, ни в больших телах.

Та квантовая механика, которая прекрасно описывает нам все свойства атомных систем, оказывается недостаточной и должна быть дополнена и исправлена в соответствии с явлениями, которые обнаруживаются в атомном ядре.

Каждый такой количественный этап сопровождается проявлением качественно новых свойств. Силы, связываю-

щие протон и нейтрон с мезоном, — это не силы электростатического притяжения по законам Кулона, которые связывают ядро водорода с его электроном, это силы более сложного характера, описываемые теорией Тамма.

Так представляется нам сейчас строение атомного ядра. Супруги Пьер и Мария Кюри в 1899 г. открыли радий и изучили его свойства. Но путь наблюдения, неизбежный на первой стадии, поскольку мы не имели другого, — путь чрезвычайно малоэффективный для развития науки.

Быстрое развитие обеспечивается возможностью активного воздействия на изучаемый объект. Мы стали узнавать атомное ядро тогда, когда мы научились активно его видоизменять. Это удалось примерно 20 лет назад знаменитому английскому физическому Резерфорду.

Давно было известно, что при встрече двух атомных ядер можно было ожидать воздействия ядер друг на друга. Но как осуществить такую встречу? Ведь ядра заряжены положительно. При приближении друг к другу они отталкиваются, размеры их настолько малы, что силы отталкивания достигают громадной величины. Нужна огромная энергия, чтобы, преодолев эти силы, заставить одно ядро встретиться с другим. Чтобы накопить такую энергию, нужно было заставить ядра пройти разность потенциалов порядка 1 млн В. И вот, когда в 1930 г. получили пустотные трубки, в которых удалось создавать разности потенциалов больше 0.5 млн В, они сейчас же были применены для воздействия на атомные ядра.

Надо сказать, что такие трубки были получены вовсе не физикой атомного ядра, а электротехникой в связи с задачей передачи энергии на большие расстояния.

Давней мечтой электротехники высоких напряжений является переход с переменного тока на постоянный. Для этого нужно уметь превращать высоковольтные переменные токи в постоянные и наоборот.

Вот для этой-то цели, еще и сейчас недостигнутой, и были созданы трубки, в которых ядра водорода проходили свыше 0.5 млн В и получали большую кинетическую энергию. Это техническое достижение сейчас же было использовано, и в Кембридже была поставлена попытка направить эти быстрые частицы в ядра различных атомов.

Естественно, опасаясь, что взаимное отталкивание не позволит ядрам встретиться, взяли ядра с наименьшим

зарядом. Самый малый заряд у протона. Поэтому в пустотной трубке поток ядер водорода пробегал разность потенциалов до 700 тыс. В. В дальнейшем разрешите энергию, которую получает заряд электрона или протона, пройдя 1 В, называть электронвольт. Протоны, получившие энергию порядка 0.7 млн эВ, были направлены на препарат, содержащий литий.

Литий занимает третье место в периодической системе. Атомный вес его 7; он имеет 3 протона и 4 нейтрона. Когда еще один протон, попадая в ядро лития, присоединится к нему, мы получим систему из 4 протонов и 4 нейтронов, т. е. четвертый элемент — бериллий с атомным весом 8. Такое ядро бериллия распадается на две половины, каждая из которых имеет атомный вес 4, а заряд 2, т. е. представляет собою ядро гелия.

Действительно, это и было наблюдеено. При бомбардировке лития протонами вылетали ядра гелия; причем можно обнаружить, что одновременно вылетают в противоположные стороны 2 α -частицы с энергией по 8.5 млн эВ.

Мы можем сделать из этого опыта сразу два вывода. Во-первых, из водорода и лития мы получили гелий. Во-вторых, затратив один протон с энергией в 0.5 млн эВ (а потом оказалось достаточным и 70 000 эВ), мы получили 2 частицы, каждая из которых имеет по 8.5 млн эВ, т. е. 17 млн эВ.

В этом процессе мы осуществили, следовательно, реакцию, сопровождающуюся выделением энергии из атомного ядра. Затратив только 0.5 млн эВ, мы получили 17 миллионов — в 35 раз больше.

Но откуда берется эта энергия? Конечно, закон сохранения энергии не нарушается. Как всегда, мы имеем дело с превращением одного вида энергии в другой. Опыт показывает, что таинственных, еще неведомых источников искать не приходится.

Мы уже видели, что масса измеряет запас энергии в теле. Если мы выделили энергию в 17 млн эВ, то нужно ожидать, что уменьшился запас энергии в атомах, а значит, уменьшился их вес (масса).

До столкновения мы имели ядро лития, точный атомный вес которого 7.01819, и водород, атомный вес которого 1.00813; следовательно, до встречи имелась сумма атомных весов 8.02632, а после столкновения вылетело 2 частицы гелия, атомный вес которого 4.00389. Значит, два ядра гелия имеют атомный вес 8.0078. Если сравнить

эти числа, то окажется, что вместо суммы атомных весов 8.026 осталось 8.008; масса уменьшилась на 0.018 единицы.

Из этой массы должна получиться энергия в 17.25 млн эВ, а на самом деле измерено 17.13 млн. Лучшего совпадения мы и ожидать не вправе.

Можно ли сказать, что мы решили задачу алхимии — превращаем один элемент в другой — и задачу получения энергии из внутриатомных запасов?

Это и верно, и неверно. Неверно в практическом смысле слова. Ведь, когда мы говорим о возможности превращать элементы, то мы ожидаем, что получены такие количества вещества, с которыми можно что-то сделать. То же самое относится и к энергии.

Из отдельного ядра мы действительно получили в 35 раз больше энергии, чем затратили. Но можем ли мы сделать это явление основой технического использования внутриядерных запасов энергии?

К сожалению, нет. Из всего потока протонов приблизительно один из миллиона встретится на своем пути с ядром лития; 999 999 же других протонов в ядро не попадает, а энергию свою растратят. Дело в том, что наша «артиллерия стреляет» потоками протонов в ядро атомов без «прицела». Поэтому-то из миллиона попадет в ядро только один; общий баланс получается невыгодным. Для «бомбардировки» ядра применяется громадная машина, потребляющая большое количество электроэнергии, а в результате получается несколько вылетевших атомов, энергией которых нельзя воспользоваться даже для маленькой игрушки.

Так обстояло дело 9 лет назад. Как развивалась дальше ядерная физика? С открытием нейтронов мы получили снаряд, который может достигнуть любого ядра, так как между ними не возникнет сил отталкивания. Благодаря этому сейчас при помощи нейтронов можно осуществлять реакции по всей периодической системе. Нет ни одного элемента, который мы не могли бы превратить в другой. Мы можем, например, ртуть превратить в золото, но в ничтожных количествах. При этом обнаружилось, что различных комбинаций протонов и нейтронов очень много.

Менделеев представлял себе, что различных атомов 92, что каждой клетке соответствует один тип атомов. Возьмем 17-ю клетку, занятую хлором; следовательно, хлор —

это элемент, ядро которого имеет 17 зарядов; число же нейтронов в нем может равняться и 18 и 20; все это будут различно построенные ядра с различными атомными весами, но поскольку заряды их одинаковы, это — ядра одного и того же химического элемента. Мы их называем изотопами хлора. Химически изотопы неразличимы; поэтому Менделеев и не подозревал об их существовании. Число различных ядер поэтому гораздо больше, чем 92. Мы знаем сейчас примерно 350 различных устойчивых ядер, которые размещаются в 92 клетках менделеевской таблицы, и, сверх того, около 250 радиоактивных ядер, которые, распадаясь, испускают лучи — протоны, нейтроны, позитроны, электроны, γ -лучи (фотоны) и т. д.

Кроме тех радиоактивных веществ, которые существуют в природе (это самые тяжелые элементы периодической системы), мы получили теперь возможность производить искусственно любые радиоактивные вещества, состоящие как из легких атомов, так и из средних и тяжелых. В частности, мы можем получить радиоактивный натрий. Если съесть поваренную соль, в которую входит радиоактивный натрий, то за перемещением атомов радиоактивного натрия мы можем проследить по всему организму. Радиоактивные атомы имеют отметку — они испускают лучи, которые мы можем обнаружить и с их помощью проследить пути данного вещества в любом живом организме.

Точно так же, введя радиоактивные атомы в химические соединения, мы можем проследить всю динамику процесса, кинетику химической реакции. Прежние методы определяли окончательный результат реакции, а сейчас мы можем наблюдать весь ее ход.

Это дает мощное орудие для дальнейших исследований и в области химии, и в области биологии, и в области геологии; в сельском хозяйстве можно будет следить за движением влаги в почве, за движением питательных веществ, за переходом их к корням растений и т. д. Становится доступным то, чего до сих пор мы непосредственно видеть не могли.

Вернемся к вопросу о том, можно ли получать энергию за счет внутриядерных запасов?

Два года назад это казалось задачей безнадежной. Правда, ясно было, что за пределами известного два года назад существовала громадная область неизвестного, но

конкретных путей использования ядерной энергии мы не видели.

В конце декабря 1938 г. было открыто явление, которое совершенно изменило положение вопроса. Это — явление распада урана.

Распад урана резко отличается от других известных нам раньше процессов радиоактивного распада, при котором из ядра вылетает какая-нибудь частица — протон, позитрон, электрон. Когда нейтрон ударяет в ядро урана, то ядро, можно сказать, разваливается на 2 части. При этом процессе, как оказалось, из ядра вылетает еще несколько нейтронов. А это приводит к следующему выводу.

Представьте себе, что нейтрон влетел в массу урана, встретил какое-нибудь его ядро, расщепил его, выделив громаднейшее количество энергии, примерно до 160 млн эВ, и, кроме того, еще вылетают 3 нейтрона, которые встретятся с соседними ядрами урана, расщепят их, каждый снова выделит по 160 млн эВ и снова даст по 3 нейтрона.

Легко представить себе, как этот процесс будет развиваться. Из одного расщепившегося ядра появятся 3 нейтрона. Они вызовут расщепление трех новых, каждый из которых даст еще по 3, появится 9, потом 27, потом 81 и т. д. нейтронов. И через ничтожную долю секунды этот процесс распространится на всю массу ядер урана.

Чтобы сравнить энергию, которая выделяется при процессе развала урана, с теми энергиями, которые мы знаем, позвольте привести такое сопоставление. Каждый атом горючего или взрывчатого вещества выделяет примерно 10 эВ энергии, а здесь одно ядро выделяет 160 млн эВ. Следовательно, энергии здесь в 16 миллионов раз больше, чем выделяет взрывчатое вещество. Это значит, что произойдет взрыв, сила которого в 16 миллионов раз больше, чем взрыв самого сильного взрывчатого вещества.

Часто, особенно в наше время, как неизбежный результат империалистической стадии развития капитализма, научные достижения используются в войне для истребления людей. Но нам естественно думать об использовании их на благо человека.

Такие концентрированные запасы энергии могут быть использованы как движущая сила для всей нашей тех-

ники. Как это сделать — это, конечно, задача еще совершенно неясная. Новые источники энергии не имеют для себя готовой техники. Придется ее вновь создавать. Но прежде всего нужно научиться добывать энергию. На пути к этому имеются еще непреодоленные трудности.

Уран занимает 92-е место в периодической таблице, имеет 92 заряда, но имеется несколько его изотопов. Один имеет атомный вес 238, другой — 234, третий — 235. Из всех этих различных уранов лавина энергии может развиться лишь в уране 235, но его только 0.7 %. Почти 99 % составляет уран-238, который обладает свойством по дороге перехватывать нейтроны. Нейтрон, вылетевший из ядра урана-235 раньше, чем дойдет до другого ядра урана-235, будет перехвачен ядром урана-238. Лавина не разрастется. Но от решения такой задачи так легко не отказываются. Один из выходов — изготовить такой уран, который содержал бы почти только уран-235.

До сих пор удается, однако, разделять изотопы только в количествах долей миллиграмма, а для того чтобы осуществить лавину, нужно иметь несколько тонн урана-235. От долей миллиграмма до нескольких тонн — путь настолько далекий, что он выглядит как фантастика, а не реальная задача. Но если мы сейчас и не знаем дешевых и массовых средств разделения изотопов, то это не значит, что все пути к этому закрыты. Поэтому методами разделения изотопов сейчас усердно занимаются и советские и иностранные ученые.

Но возможен и другой способ смешения урана с веществом, мало поглощающим, но сильно рассеивающим и замедляющим нейтроны. Дело в том, что медленные нейтроны, расщепляя уран-235, не задерживаются ураном-238. Положение в данный момент таково, что простой подход не приводит к цели, но есть еще разные возможности, очень сложные, трудные, но не безнадежные. Если бы один из этих путей привел к цели, то, надо полагать, он произвел бы революцию во всей технике, которая по своему значению превысила бы появление паровой машины и электричества.

Нет оснований поэтому считать, что задача решена, что нам остается только научиться пользоваться энергией и всю старую технику можно выбросить в сорную корзину. Ничего подобного. Во-первых, мы еще не умеем извлекать энергию из урана, а, во-вторых, если бы и

могли извлечь, то использование ее потребует немало времени и труда. Поскольку эти колоссальные запасы энергии в ядрах имеются, можно думать, что найдутся раньше или позже пути для их использования.

На пути к изучению проблемы урана у нас в Союзе было сделано чрезвычайно интересное исследование. Это — работа двух молодых советских ученых — комсомольца Флерова и молодого советского физика Петржака. Изучая явление расщепления урана, они заметили, что уран распадается сам по себе без всякого внешнего воздействия. На 10 миллионов альфа-лучей, которые испускает уран, только 6 соответствуют осколкам от его распада. Заметить эти 6 частиц среди 10 миллионов других можно было только при большой наблюдательности и необычайном экспериментальном искусстве.

Два молодых физика создали аппаратуру, которая в 40 раз чувствительней, чем все до сих пор известные, и в то же время настолько точна, что они могли уверенно приписать этим 6 точкам из 10 миллионов реальное значение. Затем последовательно и систематически они проверили свои выводы и твердо установили новое явление — самопроизвольный распад урана.

Эта работа замечательна не только по своим результатам, но и по настойчивости, по тонкости эксперимента, по изобретательности авторов. Если принять во внимание, что одному из них 27 лет, а другому 32, то от них можно многого ожидать. Эта работа представлена на соискание премии имени Сталина.

Явление, открытое Флеровым и Петржаком, показывает, что 92-й элемент неустойчив. Правда, для того чтобы разрушилась половина всех наличных ядер урана, потребуется 10^{10} лет. Но становится понятным, почему периодическая система на этом элементе заканчивается.

Более тяжелые элементы будут еще более неустойчивы. Они быстрее разрушаются и поэтому не дожили до нас. Что это так, опять-таки было подтверждено прямым опытом. Мы можем изготовить 93-й и 94-й элементы, но они живут очень недолго, менее 1000 лет.*

* У самого короткоживущего изотопа 93-го элемента (Np) период полураспада равен 2.34 дн., а у самого долгоживущего — 410 дн. Для 94-го элемента (Pu) соответствующие цифры таковы: 10.6 и $7.5 \cdot 10^7$ лет. (Прим. сост.).

Поэтому, как видите, данная работа имеет принципиальное значение. Не только обнаружен новый факт, но и выяснена одна из загадок периодической системы.

Изучение атомного ядра открыло перспективы использования внутриатомных запасов, но пока что не дало технике ничего реального. Так кажется. Но на самом деле вся та энергия, которой мы пользуемся в технике, все это — ядерная энергия. В самом деле, откуда у нас энергия угля, нефти, откуда гидростанции берут свою энергию?

Вы хорошо знаете, что энергия солнечных лучей, поглощаемая зелеными листьями растений, запасена в виде угля, солнечные лучи, испаряя воду, поднимают ее и изливают в виде дождей на высотах, в виде горных рек доставляют энергию гидростанциям.

Все виды энергии, которыми мы пользуемся, получены от Солнца. Солнце излучает огромное количество энергии не только в сторону Земли, но по всем направлениям, а у нас есть основания думать, что Солнце существует сотни миллиардов лет. Если подсчитать, сколько за это время излучено энергии, то возникает вопрос — откуда же эта энергия, где ее источник?

Все, что удавалось придумать раньше, оказывалось недостаточным, и только теперь мы как будто бы получаем правильный ответ. Источником энергии не только Солнца, но и других звезд (наше Солнце ничем от других звезд в этом отношении не отличается) являются ядерные реакции. В центре звезды, благодаря силам тяготения, царит колоссальное давление и очень высокая температура — 20 млн град. В таких условиях ядра атомов часто встречаются друг с другом, и при этих столкновениях происходят те ядерные реакции, одним из примеров которых является бомбардировка лития протонами.

Ядро водорода сталкивается с ядром углерода с атомным весом 12, образуется азот 13, который превращается в углерод 13, испуская положительный позитрон. Потом новый углерод 13 сталкивается с другим ядром водорода и т. д. В конце концов получается снова тот же самый углерод 12, с которого дело началось. Углерод здесь прошел только через разные стадии и участвовал лишь как катализатор. Но зато вместо 4 ядер водорода в конце реакции появилось новое ядро гелия и два лишних положительных заряда.

Внутри всех звезд имеющиеся запасы водорода путем таких реакций превращаются в гелий, здесь происходит усложнение ядер. Из самых простых ядер водорода образуется следующий элемент — гелий. Количество энергии, которое при этом выделяется, как показывает расчет, как раз соответствует той энергии, которая излучается звездой. Поэтому звезды не охлаждаются. Они все время пополняют запас энергии, конечно, до тех пор, пока имеется запас водорода.

В распаде урана мы имеем дело с развалом тяжелых ядер и превращением их в гораздо более легкие.

В круговороте явлений природы мы видим, таким образом, два крайних звена — самые тяжелые разваливаются, самые легкие соединяются, конечно, в совсем разных условиях.

Здесь мы сделали первый шаг по направлению к проблеме эволюции элементов.

Вы видите, что вместо тепловой смерти, которую предсказывала физика прошлого столетия, предсказывала, как указывал Энгельс, без достаточных оснований, на основе законов одних тепловых явлений, через 80 лет выявились гораздо более мощные процессы, которые указывают нам на какой-то круговорот энергии в природе, на то, что в одних местах идет усложнение, а в других местах распад вещества.

II

Позвольте теперь от атомного ядра перейти к его оболочке, а затем и к крупным телам, состоящим из громадного числа атомов.

Когда впервые узнали, что атом состоит из ядра и электронов, то электроны представлялись самыми элементарными, самыми простыми из всех образований. Это были отрицательные электрические заряды, масса и заряд которых были известны. Отметим, что масса означает не количество вещества, а количество энергии, которой вещество обладает.

Так вот, мы знали заряд электрона, знали его массу, и, поскольку больше ничего о нем не знали, казалось, больше нечего и знать. Чтобы приписать ему определенную форму, кубическую, вытянутую или плоскую, нужно было иметь какие-то основания, но оснований никаких

не было. Поэтому его считали шариком размером в $2 \cdot 10^{-12}$ см. Неясно было только, как этот заряд расположен: на поверхности ли шарика или заполняет его объем?

Когда на самом деле в атоме вплотную встретились с электронами и стали изучать их свойства, эта видимая простота начала исчезать.

Все мы читали замечательную книгу Ленина «Материализм и эмпириокритицизм», написанную в 1908 г., т. е. в тот период, когда электроны казались самыми простыми и далее неделимыми элементарными зарядами. Тогда еще Ленин указывал, что электрон не может быть последним этапом в нашем познании природы, что и в электроне со временем откроется новое многообразие, нам еще тогда неизвестное. Это предсказание, как и все другие предсказания, сделанные В. И. Лениным в этой замечательной книге, уже оправдалось. У электрона был обнаружен магнитный момент. Оказалось, что электрон не только заряд, но и магнит. У него был обнаружен и вращательный момент, так называемый спин. Далее, оказалось, что хотя электрон и движется вокруг ядра, как планеты вокруг Солнца, но в отличие от планет может двигаться только по вполне определенным квантовым орбитам, может обладать вполне определенными энергиями и никакими промежуточными.

Это оказалось результатом того, что само движение электронов в атоме очень отдаленно напоминает движение шарика по орбите. Законы движения электронов ближе подходят к законам распространения волн, например световых волн.

Движение электронов, оказывается, подчиняется законам волнового движения, составляющим содержание волновой механики. Она охватывает не только движение электронов, но и всяких достаточно малых частиц.

Мы уже видели, что электрон с маленькой массой может превращаться в мезон с массой, в 200 раз большей, и, наоборот, мезон распадается и появляется электрон с массой, в 200 раз меньшей. Вы видите, что простота электрона исчезла.

Если электрон может находиться в двух состояниях: с малой и с большой энергией, значит, это не такое уж простое тело. Следовательно, простота электрона в 1908 г. была простотой кажущейся, отражавшей неполноту наших знаний. Это интересно, как один из примеров бле-

стящего предвидения правильной научной философии, высказанного таким замечательным мастером, владевшим диалектическим методом, как Ленин.

Но имеют ли законы движения электронов в атоме размером в 100-миллионную долю сантиметра практическое значение?

На это отвечает созданная за последние годы электронная оптика. Так как движение электронов происходит по законам распространения световых волн, то потоки электронов должны распространяться примерно так же, как лучи света. И действительно, такие свойства в электропе были обнаружены.

На этом пути за последние годы удалось решить очень важную практическую задачу — создать электронный микроскоп. Оптический микроскоп дал человеку громадной важности результат. Достаточно напомнить, что все учение о микробах и о болезнях, ими вызываемых, все методы их лечения построены на тех фактах, которые удастся наблюдать в микроскопе. За последние годы появился ряд оснований думать, что микробами не ограничивается органический мир, что имеются какие-то живые образования, размеры которых гораздо меньше, чем микробы. И вот тут-то мы и натолкнулись, казалось бы, на непреодолимое препятствие.

Микроскоп пользуется световыми волнами. При помощи же световых волн, какой бы системой линз мы не пользовались, нельзя изучать объекты, во много раз меньшие световой волны.

Длина волны света — величина очень небольшая, измеряемая десятками долями микрона. Микроп — это тысячная доля миллиметра. Значит, величины в 0.0002—0.0003 мм в хороший микроскоп можно видеть, но еще более мелкие уже видеть нельзя. Микроскоп здесь бесполезен и не только потому, что мы не умеем изготовлять хороших микроскопов, а потому, что такова природа света.

Какой же тут выход? Нужен свет с меньшей длиной волны. Чем меньше длина волны, тем более мелкие предметы мы можем рассматривать. Целый ряд оснований заставлял думать, что существуют мелкие организмы, недоступные микроскопу и тем не менее имеющие большое значение в растительном и животном мире, вызывающие ряд болезней. Это так называемые вирусы, фильтрующиеся и нефилтрующиеся. Световыми волнами их не удавалось обнаружить.

Потоки электронов напоминают собой световые волны. Их точно так же можно концентрировать, как световые лучи, и создавать полное подобие оптики. Ее называют электронной оптикой. В частности, можно осуществить и электронный микроскоп, т. е. такой же прибор, который будет создавать при помощи электронов сильно увеличенное изображение мелких предметов. Роль стекол будут выполнять электрические и магнитные поля, которые действуют на движение электронов, как линза на световые лучи. Но длина электронных волн в 100 раз меньше, чем световых, и, следовательно, с помощью электронного микроскопа можно видеть тела, в 100 раз меньшие, не в 10-тысячную долю миллиметра, а в миллионную долю миллиметра, а миллионная доля миллиметра — это уже размер больших молекул.

Второе отличие состоит в том, что свет мы видим глазом, а электрон видеть нельзя. Но это не такой большой дефект. Если электроны мы не видим, то места, на которые они попадают, можно видеть хорошо. Они вызывают свечение экрана или почернение фотографической пластинки, и мы можем изучать фотографию предмета. Электронный микроскоп был построен, и мы получили микроскоп с увеличением уже не в 2000—3000, а в 150—200 тысяч раз, отмечающий предметы в 100 раз меньше тех, которые доступны оптическому микроскопу. Вирусы из гипотезы сразу превратились в факт. Можно изучать их поведение. Можно видеть даже очертание сложных молекул. Таким образом, мы получили новое мощное орудие исследования природы.

Известно, как громадна была роль микроскопа в биологии, в химии, в медицине. Появление нового орудия, возможно, вызовет еще более значительный шаг вперед и откроет перед нами новые, неведомые ранее области. Что будет открыто в этом мире миллионных долей миллиметра, предсказать трудно, но можно думать, что это — новый этап естествознания, электротехники и многих других областей знания.

Как видите, от вопросов волновой теории материи с ее страшными, непривычными положениями мы быстро перешли к реальным и практически важным результатам.

Электронная оптика используется не только для создания микроскопа нового типа. Значение ее растет чрезвычайно быстро. Однако я ограничусь только рассмотрением примера ее применения.

Так как я говорю о наиболее современных проблемах физики, я не буду излагать теорию атома, которая была завершена в 1930 г.: это, скорее, проблема вчерашнего дня.

Нас интересует сейчас, как атомы соединяются, образуя физические тела, которые можно взвесить на весах, можно ощутить их теплоту, размеры или твердость и с которыми мы имеем дело в жизни, в технике и т. д.

Каким же образом свойства атомов проявляются в твердых телах? Прежде всего, оказывается, что квантовые законы, которые были обнаружены в отдельных атомах, сохраняют полную свою применимость и к целым телам. Как в отдельных атомах, так и в целом теле электроны занимают только вполне определенные положения, обладают только некоторыми, вполне определенными энергиями.

Электрон в атоме может находиться только в определенном состоянии движения, и, более того, в каждом таком состоянии может быть только один электрон. Не может быть в атоме двух электронов, которые находятся в одинаковых состояниях. Это тоже одно из основных положений теории атома.

Так вот, когда атомы соединяются в громадных количествах, образуя твердое тело — кристалл, то и в таких больших телах не может быть двух электронов, которые занимали бы одно и то же состояние.

Если число состояний, доступных электронам, как раз равно числу электронов, тогда каждое состояние занято одним электроном и свободных состояний не остается. В таком теле электроны оказываются связанными. Для того чтобы они начали двигаться в определенную сторону, создавая поток электричества, или электрический ток, чтобы, другими словами, тело проводило электрический ток, необходимо, чтобы электроны изменили свое состояние. Раньше они двигались вправо, а теперь должны двигаться, например, влево; под действием электрических сил должна возрасти энергия. Следовательно, состояние движения электрона должно измениться, а для этого нужно перейти в другое состояние, отличное от прежнего, но это невозможно, так как все состояния уже заняты. Такие тела никаких электрических свойств не проявляют. Это — изоляторы, в которых не может быть тока несмотря на то, что имеется колоссальное количество электронов.

Возьмите другой случай. Число свободных мест гораздо больше, чем число электронов, там находящихся. Тогда электроны свободны. Электроны в таком теле, хотя их и не больше, чем в изоляторе, могут менять свои состояния, свободно двигаться вправо или влево, увеличивать или уменьшать свою энергию и т. д. Такие тела — металлы.

Таким образом, мы получаем очень простое определение того, какие тела проводят электрический ток, какие являются изоляторами. Это различие охватывает все физические и физико-химические свойства твердого тела.

В металле энергия свободных электронов преобладает над тепловой энергией его атомов. Электроны стремятся перейти в состояние с наименьшей возможной энергией. Этим и определяются все свойства металла.

Образование химических соединений, например водяного пара из водорода и кислорода, происходит в строго определенных соотношениях, определяемых валентностью, — один атом кислорода соединяется с двумя атомами водорода, две валентности атома кислорода насыщаются двумя валентностями двух атомов водорода.

Но в металле дело обстоит по-другому. Сплавы двух металлов образуют соединения не тогда, когда количества их находятся в отношении их валентностей, а тогда, например, когда отношение числа электронов в данном металле к числу атомов в этом металле равно 21 : 13. Ничего похожего на валентность в этих соединениях нет; соединения образуются тогда, когда электроны получают наименьшую энергию, так что химические соединения в металлах в гораздо большей степени определяются состоянием электронов, чем силами валентности атомов. Совершенно так же состояние электронов определяет все упругие свойства, прочность и оптику металла.

Кроме двух крайних случаев: металлов, все электроны которых свободны, и изоляторов, в которых все состояния заполнены электронами и никаких изменений в их распределении не наблюдается, существует еще громадное многообразие тел, которые не так хорошо проводят электрический ток, как металл, но и не вполне его не проводят. Это — полупроводники.

Полупроводники — весьма обширная и разнообразная область веществ. Вся неорганическая часть окружающей нас природы, все минералы, все это — полупроводники.

Как же случилось, что вся эта громадная область знания до сих пор никем не изучалась? Всего 10 лет, как стали заниматься полупроводниками. Почему? Потому, главным образом, что они не имели применения в технике. Но примерно 10 лет назад впервые в электротехнику вошли полупроводники, и с тех пор они с необычайной быстротой начали применяться в самых разнообразных отраслях электротехники.

Понимание полупроводников целиком строится на той самой квантовой теории, которая оказалась столь плодотворной при изучении отдельного атома.

Позвольте остановить ваше внимание на одной интересной стороне этих материалов. Раньше твердое тело представлялось в таком виде. Атомы соединяются в одну систему, соединяются не как попало, а каждый атом с соседним атомом сочетается в таких положениях, на таких расстояниях, при которых их энергия стала бы наименьшей.

Если это верно для одного атома, то это верно для всех остальных. Поэтому все тело в целом многократно повторяет одни и те же расположения атомов на строго определенном расстоянии друг от друга, так что получается решетка из правильно расположенных атомов. Получается кристалл, обладающий вполне определенными гранями, определенными углами между гранями. Это — проявление внутреннего порядка в расположении отдельных атомов.

Однако эта картина является только приближенной. В действительности тепловое движение и реальные условия роста кристалла приводят к тому, что отдельные атомы срываются со своих мест на другие места, часть атомов выходит наружу и удаляется в окружающую среду. Это — отдельные нарушения в отдельных местах, но они приводят к важным результатам.

Оказывается, достаточно увеличить количество кислорода, заключающегося в закиси меди, или уменьшить количество меди на 1 %, чтобы электропроводность увеличилась в миллион раз и резко изменились бы все остальные свойства. Таким образом, небольшие изменения в строении вещества влекут за собою громадные изменения в их свойствах.

Естественно, изучив это явление, можно воспользоваться им, чтобы сознательно изменять полупроводники в желательную для нас сторону, изменять их электропро-

водность, тепловые, магнитные и другие свойства так, как пужно для решения данной задачи.

На базе квантовой теории и изучения как нашего лабораторного, так и производственного опыта заводов мы пытаемся решать технические задачи, связанные с полупроводниками.

В технике полупроводники получили первое применение в выпрямителях переменного тока. Если медную пластинку окислить при высокой температуре, создав на ней закись меди, то такая пластинка обладает очень интересными свойствами. При прохождении тока в одном направлении сопротивление ее невелико, получается значительный ток. При прохождении же тока в обратном направлении она создает громадное сопротивление, и ток в обратном направлении оказывается ничтожно мал.

Это свойство было использовано американским инженером Грондаем для того, чтобы «выпрямить» переменный ток. Переменный ток 100 раз в секунду меняет свое направление; если поставить на пути тока такую пластинку, то заметный ток проходит только в одном направлении. Это мы и называем выпрямлением тока.

В Германии для этой цели стали применять железные пластинки, покрытые селеном. Результаты, полученные в Америке и Германии, были воспроизведены у нас; была разработана технология заводского изготовления всех выпрямителей, которыми пользуется американская и германская промышленность. Но, конечно, основная задача заключалась не в этом. Нужно было, используя наши знания полупроводников, попробовать создавать лучшие выпрямители.

Это нам до некоторой степени удалось. Б. В. Курчатов и Ю. А. Дунаев сумели создать новый выпрямитель, который идет значительно дальше, чем то, что известно в заграничной технике. Выпрямитель из закиси меди, представляющий собой пластинку шириной примерно 80 мм и длиной 200 мм, выпрямляет токи порядка 10—15 А.

Медь — дорогой и дефицитный материал, а между тем для выпрямителей нужны многие и многие тонны меди.

Выпрямитель Курчатова — небольшая алюминиевая чашечка, в которую насыпается полграмма сернистой меди и которая закрывается металлической пробкой со

слюдяной изоляцией. Вот и все. Такой выпрямитель не надо греть в печах, и он выпрямляет токи порядка 60 А. Легкость, удобство и дешевизна дают ему преимущество перед типами, существующими за границей.

В 1932 г. Ланге в Германии заметил, что та же самая закись меди обладает свойством создавать при освещении электрический ток. Это твердый фотоэлемент. Он в отличие от других создает ток без всяких батарей. Таким образом, мы получаем электрическую энергию за счет световой — фотоэлектрическую машину, но количество получаемой электроэнергии очень мало. В этих фотоэлементах только 0.01—0.02 % световой энергии превращается в энергию электрического тока, но все-таки Ланге построил маленький моторчик, который вертится, если его выставить на солнце.

Спустя несколько лет в Германии был получен селеновый фотоэлемент, который дает примерно в 3—4 раза больше тока, чем медно-закисный, и коэффициент полезного действия которого достигает 0.1 %.

Мы попытались построить еще более совершенный фотоэлемент, который и удалось осуществить Б. Т. Коломийцу и Ю. П. Маслаковцу. Их фотоэлемент дает ток в 60 раз больше, чем медно-закисный, и в 15—20 раз больше, чем селеновый. Он интересен еще в том отношении, что дает ток от невидимых инфракрасных лучей. Чувствительность его настолько велика, что его оказалось удобным применить для звукового кино вместо тех видов фотоэлементов, которые применялись до сих пор.

В существующих фотоэлементах имеется батарея, которая создает ток и без освещения; это вызывает в громкоговорителе частое потрескивание и шумы, портящие качество звука. Наш же фотоэлемент никакой батареи не требует, электродвижущую силу создает освещение; если нет света, то и току неоткуда взяться. Поэтому звукоустановки, работающие на этих фотоэлементах, дают чистый звук. Установка удобна и в других отношениях. Так как нет батареи, то не надо подводить провода, отпадает ряд дополнительных устройств, фотокаскад усиления и т. д.

По-видимому, для кино эти фотоэлементы представляют некоторые преимущества. Примерно год, как такая установка работает в показательном театре в Ленинградском Доме кино, а сейчас, вслед за этим, главные кино-

театры на Невском проспекте — «Титан», «Октябрь», «Аврора» переходят на эти фотоэлементы.

Позвольте к этим двум примерам присоединить третий, еще совсем не законченный, — это использование полупроводников для термоэлементов.

Термоэлементами мы пользуемся давно. Их изготавливают из металлов для измерения температуры и лучистой энергии светящихся или нагретых тел; но обыкновенно токи от этих термоэлементов чрезвычайно слабы, их измеряют гальванометрами. Полупроводники дают гораздо большую эдс, чем обычные металлы, и поэтому представляют для термоэлементов особые преимущества, далеко еще неиспользованные.

Мы сейчас пытаемся применять изучаемые нами полупроводники для термоэлементов и достигли некоторых успехов. Если нагреть одну сторону изготовленной нами небольшой пластинки на $300-400^{\circ}$, то она дает ток порядка 50 А и напряжение около 0,1 В.

Давно известно, что от термоэлементов можно получать и большие токи, но по сравнению с тем, что удалось достигнуть в этом направлении за границей, в Германии например, наши полупроводники дают значительно больше.

Этими тремя примерами не ограничивается техническое значение полупроводников. Полупроводники представляют собой основные материалы, на которых строится автоматика, сигнализация, телеуправление и т. д. Вместе с ростом автоматки растут и разнообразные применения полупроводников. Однако и из этих трех примеров, мне кажется, можно видеть, что развитие теории оказывается чрезвычайно благоприятным для практики.

Но и теория получила такое значительное развитие только потому, что мы ее развивали на почве решения практических задач, шагая в ногу с заводами. Громадный масштаб технического производства, неотложные нужды, которые выдвигает производство, чрезвычайно стимулируют теоретическую работу, заставляя во что бы то ни стало выходить из затруднений и решать задачи, которые без этого, вероятно, были бы оставлены.

Если перед нами нет технической задачи, мы, изучая заинтересовавшее нас физическое явление, пытаемся в нем разобраться, проверяя свои представления лабораторными опытами; при этом иногда удается найти правильные решения и убедиться в том, что они верны. Тогда

мы печатаем научную работу, считая свою задачу законченной. Если же теория не оправдывается или обнаруживаются новые явления, в нее не укладываемые, мы пытаемся развить и видоизменить теорию. Не всегда удается охватить всю совокупность опытного материала. Тогда мы считаем работу неудавшейся и не публикуем свои исследования. Часто, однако, в этих непонятых нами явлениях и лежит то новое, что не укладывается в теорию, что требует отказа от нее и замены совершенно иным подходом к вопросу и иной теории.

Массовое производство не терпит недочетов. Ошибка сейчас же скажется на появлении капризов в производстве. Пока какая-нибудь сторона дела не понята, технический продукт никуда не годится, его нельзя выпускать. Мы во что бы то ни стало должны узнать все, охватить и те процессы, которые не нашли еще объяснения в физической теории. Мы не можем остановиться, пока не найдем объяснения, а тогда перед нами законченная, гораздо более глубокая теория.

Для сочетания теории и практики, для расцвета науки нигде нет таких благоприятных условий, как в первой стране социализма.

ОТКРЫТИЕ МОЛОДЫХ СОВЕТСКИХ УЧЕНЫХ*

Георгию Флерову 27 лет. Два года назад он окончил институт, приступил к научно-исследовательской работе и уже вскоре обратил на себя внимание большой вдумчивостью, научной инициативой, смелостью в постановке новых вопросов.

Константину Петржаку 32 года. В своей кандидатской диссертации, посвященной радиоактивности тория и самария, Петржак обнаруживает выдающиеся способности экспериментатора, упорство, умение оригинально ставить и решать научные задачи. Недавно он был принят в докторантуру Академии наук СССР.

Флеров и Петржак — блестящие представители научной молодежи Советской страны. Оба они — ученики про-

* Статья опубликована: Бюлл. ВОКС, 1941, март—апрель, с. 114—115.