

скольжения жиром или сырой глиной. Например, для подъема по боковым сторонам египетских пирамид, имеющих углы наклона  $43,5-56^\circ$  [2], теория Паппа дает ошибки в пределах  $\pm 10\%$  для  $f=0,14-0,32$  и  $\pm 20\%$  для  $f=0,125-0,36$  (рис. 2). По данным справочников [22, 25], коэффициенты трения, в частности, каменной кладки по сырой глинистой поверхности имеют значения  $0,25-0,3$ , а дерево по дереву при смазке жиром —  $0,067-0,164$ . Из этого следует, что и для несамотормозящихся смазанных наклонных плоскостей с углами  $40-60^\circ$  теория Паппа давала вполне достаточную для практики точность расчетов необходимого числа людей.

Отметим еще одно интересное совпадение. В числовом примере Папп принимает угол наклона  $60^\circ$ , для которого его теория дает точное решение при  $f=0,124$  (рис. 2). При таком коэффициенте трения 300 человек смогут втащить груз по этой наклонной плоскости, если каждый будет тянуть с силой

$$\frac{5180 (\sin 60^\circ + 0,124 \cos 60^\circ)}{300} = 16 \text{ кг}$$

В соответствии со справочником [26] человек в течение 8 часов может выполнять работу, непосредственно создавая усилие 15 кг.

Проведенное количественное сравнение теории Паппа с современной (при силе тяги, параллельной наклонной) плоскости показывает, что для своего времени теория Паппа могла дать вполне приемлемую при организации строительных работ точность расчета необходимого числа людей. Это позволяет считать, что сложившееся в современной науке негативное отношение к теории наклонной плоскости Паппа, основанное на качественных оценках, должно быть в определенной степени пересмотрено.

#### Литература

1. Григорьян А. Т. Механика от античности до наших дней. М.: Наука, 1974, с. 8.
2. Лауэр Ж. Ф. Загадки египетских пирамид. М.: Наука, 1966, с. 187.
3. Кинк Х. А. Как строились египетские пирамиды. М.: Наука, 1967, с. 85.
4. Natural History, 1970, № 10 (см. За рубежом, 1971, № 7 (556), с. 28; Наука и жизнь, 1973, № 7, с. 77).
5. Нестерук Ф. Я. Водное хозяйство Китая.— В кн.: Из истории науки и техники Китая. М.: Изд-во АН СССР, 1955, с. 43.
6. Нейгебауер О. Точные науки в древности. М.: Наука, 1968, с. 25.
7. Березкина Э. И. О «Математике в девяти книгах».— В кн.: Историко-математические исследования. Вып. X. М.: Гостехтеориздат, 1957, с. 427.
8. Pappi Alexandrini. Collectionis quae supersunt. Volumen III. Berolini, F. Hultsch, 1878, с. 1050.
9. Галилей Г. Избранные труды. Т. II. М.: Наука, 1964, с. 29.
10. Уэвелль В. История индуктивных наук от древнейшего и до нашего времени. Т. I. СПб, 1867, с. 311.
11. Розенбергер Ф. История физики. Ч. 1. М.—Л.: ОНТИ, 1937, с. 53.
12. Eecke P. La mecanique des grecs d'après Pappus D'Alexandrie.— Scientia, Bologna, 1933, v. 53, № 8, с. 114.
13. Гуковский М. А. Механика Леонардо да Винчи. М.—Л.: Изд-во АН СССР, 1947, с. 65.
14. Моисеев Н. Д. Очерки развития механики. М.: Изд-во МГУ, 1961, с. 53.
15. Бублейников Ф. Д., Минченков Е. Я. Очерк развития классической механики. М.: Учпедгиз, 1961, с. 35.
16. Бек Т. Очерки по истории машиностроения. Т. I. М.—Л.: ГТТИ, 1933, с. 31.
17. Веселовский И. Н. Вступительная статья и комментарий.— В кн.: Архимед. Сочинения. М.: Физматгиз, 1962, с. 11.
18. Heronis Alexandrini. Opera quae supersunt omnia. V. II. Fasc. I. Mechanica et catoptrica Lipsiae (Leipzig), Erstes Buch, 1900 (кн. I, 23), с. 60.
19. Веселовский И. Н. Очерки по истории теоретической механики. М.: Высшая школа, 1974, с. 69.
20. Pappi Alexandrini. Mathematicae Collectiones. Venetiis, A. Federico Commandino, 1589, с. 313.
21. Леонардо да Винчи. Избранные естественнонаучные произведения. М.: Изд-во АН СССР, 1955, с. 300.
22. Справочник для инженеров, техников и студентов. Т. I. М.—Л.: Госнаучтехиздат, 1933, с. 411.
23. Энциклопедический справочник. Т. II. М.: Машгиз, 1948, с. 141.
24. Вайнсон А. А. Подъемно-транспортные машины. М.: Машиностроение, 1975, с. 300.
25. Справочная книга по технике автоматического регулирования. М.—Л.: Госэнергоиздат, 1962, с. 15.
26. Справочник по транспорту. Ч. 1. Вып. 3 и 4. М.: Транспечать, 1926, с. 534.

## ИССЛЕДОВАНИЕ ИСКУССТВЕННОГО ПРЕВРАЩЕНИЯ ЭЛЕМЕНТОВ В ВЕНСКОМ ИНСТИТУТЕ РАДИЯ

Г. А. ХАКИМБАЕВА

В первые два десятилетия XX в. исследования явления радиоактивности особенно интенсивно проводились в трех основных научных центрах: в Манчестерской и Кембриджской лабораториях Э. Резерфорда, Институте радия в Париже и Венском институте радия.

Решающий вклад в проблему искусственного расщепления ядер был сделан Э. Резерфордом и его сотрудниками; научный коллектив, возглавляемый М. Кюри, данной проблемой практически не занимался. Напротив, в Венском радиевом институте в начале 20-х годов она привлекла пристальное внимание.

Тем не менее, в историко-научной литературе деятельность венских ученых по исследованию искусственного превращения элементов освещена весьма скупо [1]. Сразу же отметим, что трудно дать однозначную оценку деятельности Венского института радия в этой области. В Институте, казалось бы, были достигнуты довольно впечатляющие результаты: утверждали, что удалось расщепить 26 элементов. На самом же деле значительная часть результатов была ошибочной вследствие недостаточно высокой техники эксперимента. На этой стороне вопроса мы специально остановимся далее. Общая оценка исследований Венского института радия сама по себе заслуживает внимания.

Эксперименты по рассеянию  $\alpha$ -частиц различными элементами начались в Венском институте радия весной 1922 г., т. е. тогда, когда Э. Резерфорд и сотрудники достигли в этой области заметных результатов; венская группа начинала свою деятельность не на пустом месте. Группу возглавляли Герхард Кирш и Ганс Петтерссон. Г. Кирш работал, начиная с 1920 г. в Венском институте ассистентом (в 1925 г.— доцент, с 1931 г.— профессор); Г. Петтерссон начал свою деятельность в институте с 1922 г. Экспериментальными исследованиями в группе занимались Е. Кара-Михайлова, А. Шмидт, Г. Штеттер, Е. Рона, а теоретические разработки осуществляли Г. Тирринг и А. Смекал. Помещение, аппаратуру и радиоактивные препараты предоставил группе физический факультет Венского университета.

Уже в сентябре 1923 г. в журнале «Nature» появилась статья Г. Кирша и Г. Петтерссона. До 1926 г. венской группой было опубликовано 23 сообщения.

Прежде чем приступить к экспериментам по рассеянию  $\alpha$ -частиц элементами, Г. Кирш и Г. Петтерссон изучили результаты, полученные в Кембриджской лаборатории Э. Резерфорда. Они обратили внимание на кривые поглощения Н-частиц из алюминия, полученных при действии  $\alpha$ -частиц с различной длиной пробега [2]. Минимальный пробег Н-частиц, по Э. Резерфорду, составлял 4,9 см. Г. Кирш и Г. Петтерссон предположили, что те элементы, которые в лаборатории Э. Резерфорда не разрушались с испусканием Н-частиц, на самом деле тоже разрушаются, но испускают Н-частицы с пробегом, меньшим чем 4,9 см. Это и было основной посылкой в работах Г. Кирша, Г. Петтерссона и их сотрудников. Обязанности распределялись так: Г. Петтерссон готовил аппаратуру и совместно с Г. Киршем проводил облучение образцов  $\alpha$ -частицами. Е. Кара-Михайлова и Г. Кирш специально исследовал и литий и кислород, Е. Шмидт — алюминий. Е. Рона вместе с Г. Ортнером и М. Киндигером готовили источники  $\alpha$ -излучения.

Методика проведения первых экспериментов состояла в следующем: тонкостенный кварцевый капилляр (2 см) покрывался изнутри порошком вещества, которое подлежало исследованию. В капилляр вводилась эманация радия и концы капилляра запаивали. Таким образом,  $\alpha$ -частицы  $\text{EmRa}$ , а также ее дочерних продуктов распада  $\text{RaA}$  и  $\text{RaC}$  бомбардировали вещество на внутренней поверхности капилляра. Толщина стенки капилляра была достаточной для того, чтобы удержать все  $\alpha$ -частицы. Таким методом были исследованы Si, O, Mg. Однако Г. Петтерссон писал, что «результат был сплошь отрицательным» [3, с. 603]. В то же время Г. Кирш и Г. Петтерссон неожидан-

но обнаружили, что если внутренние стенки капилляра не покрывать слоем исследуемого вещества, то наблюдается большое число сцинтилляций Н-частиц.

Элементы, входящие в состав кварца (кислород и кремний), были изучены Э. Резерфордом и Д. Чедвиком еще в 1921 г. При облучении этих элементов не появлялись частицы с пробегом больше 30 см (30 см считается нижним пределом пробега) [4]. Г. Кирш и Г. Петтерссон, исследуя кремний и кислород, регистрировали Н-частицы с пробегами 10 и 17 см, причем частиц с пробегом 10 см было мало. Они предположили, что Н-частицы с пробегом 17 см испускали разрушенные атомы кремния. Для подтверждения этого результата Г. Кирш и Г. Петтерссон вместо кварцевого капилляра стали использовать трубочки из латуни и в итоге убедились в справедливости своего предположения. По мнению Г. Кирша и Г. Петтерссона, таким путем можно было расщепить и магний [5].

Многие элементы, изучение которых велось в лаборатории Э. Резерфорда, в Венском институте радия были исследованы прямоугольным методом (регистрация Н-частиц, которые вылетали под углом  $90^\circ$ ). Этим методом почти одновременно начали пользоваться обе исследовательские группы. В 1924 г. предполагалось, что в лаборатории Э. Резерфорда были расщеплены S, Cl, K, Mg, Si, Ne, Ar (только 7 элементов) [6], а в Вене — Be, B, C, O, F, Ne, Na, Mg, Al, Si, P, S, Cl, Ag, K (15 элементов) [7]. Таким образом, кембриджские и венские результаты противоречили друг другу. Это расхождение объяснялось тем, что наблюдаемое в Вене количество Н-частиц от одного и того же элемента было значительно больше, чем в Кембридже. Интересно сопоставить результаты, полученные почти одновременно в Кембридже и в Вене при исследовании углерода. В Кембридже опыты по облучению углерода ( $\text{CO}_2$ )  $\alpha$ -частицами  $\text{RaC}'$  начались с 1918 г. [8]. Но никаких определенных результатов тогда Э. Резерфорд не получил. Также безрезультатно окончились эксперименты Э. Резерфорда и Д. Чедвика в 1921—1922 гг. [9].

В конце 1924 г. Г. Петтерссон [10] пришел к выводу, что при облучении графита  $\alpha$ -частицами происходит разрушение ядер углерода. Эксперимент был повторен с тем же результатом при применении углерода в виде измельченного алмаза. С современной точки зрения при бомбардировке углерода естественными  $\alpha$ -частицами не может происходить ядерная реакция, так как их энергия слишком низка (около 9 МэВ).

Интерес также представляют разногласия, возникшие между Кембриджем и Веной в случае исследования лития. В 1922 г. Э. Резерфорд и Д. Чедвик облучали  $\alpha$ -частицами литий (использовался прямой метод исследования). Никаких данных об испускании Н-частиц при облучении Li и  $\text{Li}_2\text{O}$  не было получено. В Вене для исследования лития применялся возвратный метод наблюдения. В 1924 г. Е. Кара-Михайлова и Г. Петтерссон сообщили о разрушении лития [11]. При бомбардировке лития  $\alpha$ -частицами также не проходит ядерная реакция. Согласно Е. Кара-Михайловой, на миллион  $\alpha$ -частиц при облучении лития образуется 40 Н-частиц. Сравним также результаты, полученные в Кембридже и Вене при исследовании алюминия. Это сопоставление интересно еще и тем, что изучение результатов для алюминия, полученных в Кембридже, послужило стимулом для венских ученых начать исследование проблемы превращения элементов. В Вене алюминий изучался Е. Шмидтом (1923—1924 гг.). Облучая  $\alpha$ -частицами алюминиевую фольгу толщиной, соответствующей 1 см воздушного эквивалента, он получил 30 Н-частиц на каждый миллион  $\alpha$ -частиц ( $\text{RaC}'$ ). В Кембридже при тех же условиях эксперимента получали лишь 2 Н-частицы на миллион  $\alpha$ -частиц. Используя алюминиевую фольгу большей толщины, к которой  $\alpha$ -частица проходит весь свой путь (7 см воздушного эквивалента), Е. Шмидт определил, что на миллион  $\alpha$ -частиц образуется 100 Н-частиц. В это же время Э. Резерфорд и Д. Чедвик обнаружили на миллион  $\alpha$ -частиц только 8 Н-частиц. Имелись разногласия и при определении длины пробега Н-частиц из алюминия. В Кембридже считали, что  $\alpha$ -частицы не вызывали Н-частиц с длиной пробега меньше 13—14 см [4]. В Вене же исследования показали, что Н-частицы могут иметь пробег менее 5 см.

В Кембридже в 1922 г. определили, что  $\alpha$ -частицы с длиной пробега, меньшей чем 4,9 см, не в состоянии выбить Н-частицы из ядра алюминия, однако австрийцам в 1924 г. удалось установить, что с  $\alpha$ -частицами с длиной пробега 1,3 см получается небольшое количество Н-частиц. В лаборатории Э. Резерфорда и в Венском институте радия было установлено, что при бомбардировке алюминия  $\alpha$ -частицами происходит

ядерная реакция. Разногласия были только в оценке числа образующихся Н-частиц. С 1924 г. в Вене стали применять возвратный метод исследования. Венские исследователи считали, что этим методом было разрушено еще 8 элементов (Ti, Cr, Fe, Se, Vg, Ze, Te, I) [12].

Расхождение между результатами венских и кембриджских исследователей велико, и объяснить его неточностями наблюдения невозможно. Можно было предположить, что какая-то из групп исследователей допустила принципиальную ошибку. Венские исследователи считали, что такой ошибкой в Кембридже было применение микроскопа с малой светосилой. Венский микроскоп имел апертуру 0,70, а в Кембридже — 0,45. Венские авторы считали это преимущество настолько серьезным, особенно для слабых вспышек, какие дают Н-частицы с малым пробегом, что приписывали им различие своих и кембриджских результатов. Этим же они объясняли невозпроизводимость расщепления некоторых элементов в Кембридже (Be, Li, O, C и элементов тяжелее калия).

Э. Резерфорд 19.VII.1924 г. писал С. Мейеру: «Чедвик и я имеем определенные основания считать, что многие результаты в этой статье либо ошибочны, либо неверно истолкованы. Поэтому я написал письмо Г. Петтерссону, изложил мои доводы и совет продолжить изучение вопроса до публикации. Копию письма посылаю Вам, чтобы ознакомить Вас с создавшимся положением. Вы достаточно хорошо знаете меня и поймете, что я не вмешался бы в это дело, если бы не считал такое положение весьма серьезным. Я не знаком ни с Петтерссоном, ни с его сотрудниками, но Вы знаете их. Он представляется мне человеком оригинальным и изобретательным в постановке своих опытов, но я сделал бы вывод, что он делает скачок в своих заключениях» [1, с. 244].

В конце 1926 г. появилась статья Д. Чедвика «Наблюдение искусственных превращений ядер», в которой анализируются работы венской школы. Чедвик писал: «Имеются разногласия между нашими результатами и венскими... Я попытаюсь показать, что результаты нашей лаборатории правильны, на примере алюминия» [13, с. 1059]. Далее Д. Чедвик писал: «А. Шмидт из Венского института радия нашел, что Н-частицы из алюминия имеют нижний предел пробега менее чем 1,3 см... Эти результаты очень отличаются от наших. По моему мнению, различие между нашими и результатом А. Шмидта в основном относится к процедуре подсчета. Мы также считаем, что расщепление элементов не является общим свойством всех элементов, как доказывают венские ученые. Только легкие элементы могут быть расщеплены, и даже среди них имеются исключения» [13, 1060].

В лаборатории Э. Резерфорда в 1922 г. проводились эксперименты с Li, Be, C, O. Результаты были отрицательными. В 1923—1924 гг. исследователи из Вены сообщали, что разрушили Li, Be, C, O. Д. Чедвик в статье 1926 г. указывал, что в их лаборатории еще раз были исследованы эти элементы, но результат венских исследователей оказался невозпроизводимым. «В определенных случаях кажется, что подсчет сцинтилляций в Вене был ошибочным. Другого объяснения нет» [13, с. 1072].

А в декабре 1926 г. Э. Резерфорд писал С. Мейеру: «Я вполне понимаю, что, может быть, самое лучшее — чтобы Д. Чедвик посетил Ваш институт и сам посмотрел, в чем причины расхождений» [8, с. 270]. В конце 1927 г. Д. Чедвик и П. Блэккет приехали в Вену для обсуждения этого вопроса. Они пришли к выводу, что различие в результатах коренилось в субъективности визуального счета сцинтилляций.

И в Кембридже, и в Вене пользовались сцинтилляционным методом, но надо учитывать то обстоятельство, что Э. Резерфорд и его сотрудники занимались подсчетом сцинтилляций с 1906 г., а венские исследователи стали изучать рассеяние  $\alpha$ -частиц лишь с 1922 г. Опыт и культура проведения такого рода экспериментов в Кембридже были намного выше.

На наш взгляд, до сих пор не учитывалось то обстоятельство, что при проведении экспериментов использовалась слюда как вещество, тормозящее пробег  $\alpha$ -частиц. Слюда не представляет собой определенного химического соединения. Разные типы этого минерала обладают разным свойством. Слюда содержит ряд безусловно «расщепляемых» элементов (K, Mg, Al, Si, водород в виде ОН-групп).

В чем же основная причина ошибочных наблюдений Г. Кирша и Г. Петтерссона? Техническая причина заключалась в несовершенстве сцинтилляционного метода. Здесь можно процитировать слова директора Венского института радия К. Пржибра-

ма, который писал в «Очерках истории института» в 1950 г.: «Причина того, что результаты венских исследователей не всегда согласовывались с результатами в Кембридже, заключалась в том, что для определения продуктов распада атома в то время имелся лишь метод сцинтилляций, носивший весьма субъективный характер» [1, с. 245].

О. Фриш работал в Венском институте радия в то время, когда Г. Кириш и Г. Петтерссон проводили эти исследования. В своих воспоминаниях О. Фриш в 1968 г. писал: «В „успехах“ венских физиков виноваты студенты, которым ничего не говорилось о предполагаемом числе отсчетов. На первый взгляд такая методика кажется объективной, потому что студенты свободны от предубеждений. Однако у них быстро появилась тенденция в пользу больших чисел, так как они чувствовали, что заслужат одобрение, если обнаружат много частиц. Вполне вероятно, что неверные результаты были получены как в силу такой тенденции, так и вследствие некритического отношения к собственным результатам и желания во что бы то ни стало победить англичан».

«Я хорошо помню,— продолжает О. Фриш,— как в момент моего отъезда из Вены (после того как мне удалось избежать обычной участи студентов — подсчета числа сцинтилляций) мой руководитель Карл Пржибрам сказал мне унылым голосом: «Не сомневаюсь, что Вы скажете „им“ в Берлине, что мы вовсе не так плохи, как они о нас думают. Убедить „их“ (ученых физического факультета Берлинского университета.— Г. Х.) мне не удалось» [14, с. 699].

Из воспоминаний П. Л. Капицы, который работал в лаборатории Э. Резерфорда (1921—1934): «Резерфорд хорошо знал, какая опасность таится в необъективности интерпретации экспериментальных данных, имеющих статистический характер, когда ученому хочется получить желаемый результат. Обработку статистических данных он проводил очень осторожно; интересен метод, который он применял. Счет сцинтилляций проводили обычно студенты, которые не знали, в чем заключается опыт. Кривые по полученным точкам проводили люди, которые не знали, что должно было получиться. Насколько мне помнится, Резерфорд и его ученики не сделали ни одного ошибочного открытия, в то время как их немало в других лабораториях. В мое время строгим судьей и очень критическим при обработке статистических результатов Резерфорд считал Чедвика» [15, с. 297].

С сегодняшней точки зрения мы можем говорить об ошибочности некоторых выводов венской школы.

При бомбардировке  $\alpha$ -частицами ядер лития и бериллия Г. Кириш, Г. Петтерссон и Е. Кара-Михайлова обнаруживали появление сцинтиллирующих частиц. Однако теперь известно, что при облучении этих ядер  $\alpha$ -частицами от естественных источников происходят реакции типа  $(\alpha, n)$ , а не  $(\alpha, p)$  (энергия  $\alpha$ -частиц полония составляла  $\sim 6$  МэВ). В последующем первая реакция привела к открытию нейтрона. Нейтроны не могли давать сцинтилляций, которые якобы наблюдались венскими учеными. В случае Ве и Li, как и во многих других случаях, Э. Резерфорд оказался прав. Венцом творческой деятельности в области изучения рассеяния  $\alpha$ -частиц Г. Кириша и Г. Петтерссона была книга «Разрушение атомных ядер» [16]. Это первая монография, посвященная проблеме превращения ядер. В предисловии к книге авторы писали, что нигде, кроме Кавендишской лаборатории и Венского института радия, не проводились систематические исследования по разрушению ядер, что является доказательством значительных трудностей в подобных работах.

Монография представляет собой исчерпывающее освещение состояния проблемы к середине 1926 г. Авторы считали, что исходным пунктом для исследования превращений ядер была атомная модель Э. Резерфорда, развитая его учеником Ч. Дарвинном, и построенное на этой основе Э. Резерфордом изучение процесса ядерных столкновений.

В конце книги Г. Петтерссон и Г. Кириш дали хронологическое обозрение работ по разрушению ядер.

Оценивая результаты работ венской школы физиков в целом, можно сделать вывод, что они в значительной степени были ошибочными, но тем не менее сыграли положительную роль в развитии данного направления ядерной физики. Венские исследователи поддержали пионерские начинания Э. Резерфорда. Результаты венской группы заставляли группу Э. Резерфорда заниматься перепроверкой своих данных. Кроме того, надо отметить, что именно сотрудники Венского института радия взяли на себя труд издать первую монографию, посвященную проблеме превращения ядер.

## Литература

1. Старосельская-Никитина О. А. История радиоактивности и возникновения ядерной физики. М., 1963.
2. Rutherford E., Chadwick J. The artificial disintegration of light elements.— Philos. Mag., 1921, v. 42.
3. Kirch G., Pettersson H. Disintegration of elements.— Nature, 1923, v. 112.
4. Rutherford E., Chadwick J. The disintegration of elements by  $\alpha$ -particles.— Nature, 1921, v. 107.
5. Kirch G., Pettersson H. Helium ein produkt des künstlichen Atomzerfalls.— Naturwissenschaften, 1924, B. 12.
6. Rutherford E. Artificial disintegration of elements.— Nature, 1922, v. 109.
7. Kirch G., Pettersson H. Über die Zertrümmerung von atom.— Naturwissenschaften, 1924, B. 12.
8. Eve A. Lord Rutherford. Cambridge, 1939.
9. Rutherford E., Chadwick J. The disintegration of elements by  $\alpha$ -particles.— Philos. Mag., 1922, v. 44.
10. Kirsch G., Pettersson H. Über die Verwandlung der Elemente durch Atomzertrümmerung.— Naturwissenschaften, 1924, B. 12.
11. Kara-Michailova E., Pettersson H. Die Helligkeit des Szintilleationen von H- and von  $\alpha$ -Partikeln.— Naturwissenschaften, 1924, B. 12.
12. Kirsch G. Über den Nachweis retrograder H-Partikeln aus zertrümmeren Atom.— Physik. Z., 1925, B. 26.
13. Chadwick J. Observations concerning the artificial disintegration of elements.— Philos. Mag., 1926, v. 2.
14. Фриш О., Уилер Д. Открытие деления ядра.— УФН, 1968, т. 96.
15. Каница П. Л. Эксперимент, теория, практика. М.: Наука, 1974.
16. Pettersson H., Kirsch G. Atomzertrümmerung. Leipzig, 1926.