

Н. А. ПЕРФИЛОВ

ОТНОШЕНИЕ $\frac{mv}{E}$ ДЛЯ ПРОДУКТОВ ДЕЛЕНИЯ УРАНА

(Представлено академиком В. Г. Хлопиным 3 V 1940)

Большое количество энергии, освобождающееся в процессе деления урана при облучении его нейтронами, и сравнительно небольшой пробег продуктов деления в воздухе делают необходимым предположение о наличии связанного с ними после деления большого эффективного заряда. Наблюдение следов ядер отдачи, получающихся при разрыве ядра урана, в камере Вильсона (¹, ²), а также в толстом фотослое (³) дают наглядное представление о большой ионизации, производимой осколками по сравнению с α -частицами.

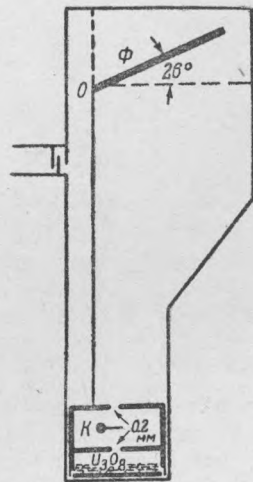
На протяжении пробега эффективный заряд двух новых ядер, получившихся из ядра урана, должен уменьшаться вследствие заполнения их внешних оболочек. В своей работе Бек и Гавас (⁴) предполагают это уменьшение по показательному закону и даже допускают, что часть пробега, и может быть значительную, частицы проходят полностью нейтрализованными. Однако рассмотрение фотографий следов в камере Вильсона (²) заставляет думать, что уменьшение заряда происходит равномерно от начала и до конца пробега, и лишь в конце происходит быстрая нейтрализация.

Среднее значение эффективного заряда (⁵⁻⁷) для начальной части пробега, вычисленное по формуле Бете по определенной на опыте методом ионизационной камеры величине $\frac{dT}{dx}$ для первых миллиметров пробега получается в пределах от 10 до 20e, где e—заряд электрона.

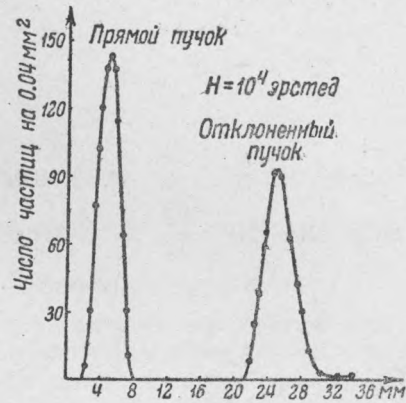
Наличие большого эффективного заряда осколков дает возможность оценить его прямым методом по отклонению частиц в магнитном поле в вакуированном пространстве. Расчет показывает, что для частицы массы ~ 100 единиц атомного веса и энергии около 100 м.э.в., имеющей заряд $E = 25e$, мы получим радиус кривизны ρ только приблизительно вдвое больший, чем для α -частицы от полония. Это дает возможность определить $H\rho$ для ядер отдачи, получающихся при делении урана, и затем, зная их энергию, определить заряд.

Для этой цели был поставлен опыт следующим образом. В прибор, схематично изображенный на фиг. 1, помещалась толстослойная фотопластинка (Φ) со специальной эмульсией, в которой следы протонов не могли ясно получаться и в то же время следы α -частиц выходили достаточно хорошо. В нижней части прибора, отделенной от фотопластинки двумя щелями шириной 0,2 мм, помещался урановый препарат. При помощи поворота экрана (K) можно было, не нарушая вакуума, закрыть пластинку

от действия неотклоненного пучка, пока прибор не находится в магнитном поле. Это было сделано на случай обнаружения следов осколков, имеющих небольшой заряд и поэтому почти не отклоненных в магнитном поле. Употребление толстослойной фотографической эмульсии позволяло обнаруживать следы отдельных частиц при просмотре в микроскоп, что и сделало возможным применение данного метода, так как видимого потемнения от попадающих на пластинку продуктов деления, ко-



Фиг. 1.

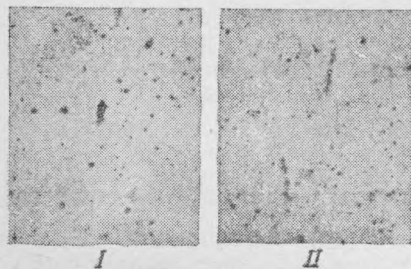


Фиг. 2.

нечно, нельзя было ожидать, ввиду их незначительного количества. Для получения вакуума прибор помещался в латунный кожух.

Чтобы испытать прибор и метод, вначале было определено N_p для α -частиц от полония. Результаты подсчета числа частиц, попавших на пластинку при наличии магнитного поля $H = 10^4$ эрстед и без поля, представлены кривыми на фиг. 2. Из распределения частиц на пластинке видно,

что отклонение пучка от прямого направления может быть измерено достаточно точно. А измерение этой величины, главным образом, и влияет на точность определения радиуса кривизны ρ . Для α -частиц полония получилось $N_p = 3,2 \cdot 10^5$ эл.-м. ед., что в пределах ошибки около 3% совпадает с вычисленной величиной $\frac{mv}{E}$ для α -частиц полония.



Фиг. 3.

При определении N_p для урановых осколков в прибор помещался препарат U_3O_8 , осажденный тонким слоем (1,5 мг/см²) на латунной тарелочке. Затем, при давлении 0,1 мм Hg прибор помещался между полюсами электромагнита циклотрона РИАН, где и происходило облучение урана нейтронами, замедленными в парафине, от реакции $Li + D$. Магнитное поле соответствовало условиям получения нейтронного пучка и равнялось в месте помещения прибора $8,5 \cdot 10^3$ эрстед. Оно оставалось постоянным в пределах 1% в течение всего времени облучения.

После облучения продолжительностью 30 часов пластинка проявлялась и тщательно просматривалась через микроскоп со стереоскопической насадкой. В результате просмотра было найдено 7 следов осколков, расположенных на пластинке в пределах разброса, обусловленного шириной щели (возможный разброс около 4 мм). На фиг. 3 приведена микрофото-

графия следа от осколка урана (I), пробег которого около 1,3 см и там же для сравнения след от α -частицы (II). При определении по этим следам средней величины отклонения (получено 6,5 мм) и затем по геометрическим данным прибора радиуса кривизны было найдено значение $\frac{mv}{E} = 6,6 \cdot 10^5$ эл.-м. ед. с возможной максимальной ошибкой около 20%. Значительная величина возможной ошибки вызвана тем, что примененное магнитное поле все же недостаточно велико по сравнению с величиной mv , чтобы получить большее отклонение. И число найденных следов частиц также недостаточно, чтобы очень точно определить положение отклоненного пучка.

Если принять значение энергии для одного из двух ядер отдачи 91 м. э. в. и массу 90 или 57 м. э. в. и массу 144 соответственно и, определив отсюда mv для осколков, вычислить эффективный заряд, то получим 20e. Полученное значение заряда является, вероятно, наиболее часто получающимся при делении, так как на вильсоновских фотографиях (2) были замечены частицы с различной ионизирующей способностью, соответствующие одному процессу деления.

Для контроля вместе с прибором при тех же условиях облучалась одна пластинка только нейтронами, и вторая—со введенным в слой ураном. На первой можно было заметить слабые следы протонов отдачи, весьма плохо выраженные. На второй были наблюдаемы следы α -частиц и ядер отдачи, обязанных делению урана, что давало дополнительную возможность сравнить следы тех и других частиц. Кроме того, контролем при отборе следов частиц на пластинке, облучаемой осколками, служили: направленность следов в слое, соответствующая положению пластинки относительно цели, их местоположение, получившееся в такой части пластинки, где не должно было быть следов α -частиц при употребленном значении магнитного поля, и пробеги частиц, не превышающие 2 см воздуха.

В заключение благодарю доктора А. П. Жданова за предоставленную им возможность воспользоваться толстослойными пластинками со специальными, составленными им эмульсиями и за руководство в овладении фотографическим методом.

Радиевый институт
Академии Наук СССР
Ленинград

Поступило
5 V 1940

ЦИТИРОВАННАЯ ЛИТЕРАТУРА

¹ Joliot, C. R., 208, 647 (1939). ² Перфилов, ДАН, XXIII, 893 (1939). ³ Жданов и Мысовский, ДАН, XXV, 9 (1939). ⁴ Beck, Navas, C. R., 208, 1643 (1939). ⁵ Frisch, Nature, 143, 276 (1939). ⁶ Haxel, ZS. f. Phys., 112, 681 (1939). ⁷ Jentschke, Prankl, Physik. ZS., 40, 706 (1939).