

М. А. БАК и Н. Н. НИКОЛАЕВСКАЯ
γ-ИЗЛУЧЕНИЕ РАДИО-ИОДА

(Представлено академиком А. Ф. Иоффе 3 I 1939)

Исследовалось γ-излучение радио-иода (I^{128}), полученного облучением иода медленными нейтронами.

Литературные данные по этому вопросу весьма противоречивы. Исследования Amaldi (1) качественно подтверждают существование γ-лучей радио-иода. Наряду с этим имеет место отрицательный результат, полученный А. Roberts и J. W. Irvine (2). В распоряжении этих авторов был препарат радио-иода с активностью 10^5 электронов в минуту, отнесенной по видимому к моменту конца облучения иода нейтронами. Источником нейтронов служил препарат в 150 милликюри радона плюс бериллий. В указанной работе условия эксперимента позволили предполагать, что в случае существования γ-лучей у радио-иода энергия этих лучей не должна превышать 0.5 MeV, а отношение γ-квантов к числу β-частиц не должно превосходить 0.1.

Все это, разумеется, даже чисто качественно не является решением вопроса о существовании γ-лучей у радио-иода. Увеличение мощности препарата позволит доказать, сопровождается ли β-распад иода γ-излучением.

В настоящей работе активность препарата радио-иод к началу измерения составляла от 0.5 до $1.0 \cdot 10^5$ электронов в секунду ($3-6 \cdot 10^6$ электронов в минуту). Радиоактивный иод получался облучением иодистого этила (C_2H_5I) медленными нейтронами. Источником нейтронов служил бериллий, облучаемый γ-излучением от трубки типа Ланге-Браш, питаемой импульсным напряжением. Радиоактивный иод выделялся из иодистого этила методом химического извлечения с последующим фильтрованием. На фильтре площадью в 20 см² осаждался радио-иод в виде иодистого серебра. Обнаружение γ-излучения и определение энергии производилось путем измерения кривой поглощения в веществе. Измерение производилось обычным счетчиком Гейгера-Мюллера для γ-лучей.

Предварительные измерения показали присутствие γ-излучения. Однако данное излучение могло быть следствием торможения в фильтре сравнительно большого числа β-частиц с энергиями, входящими до 2.1 MeV (β-спектр иода). Для выяснения роли тормозного излучения были произведены эксперименты по выяснению зависимости наблюдаемого γ-излучения от атомного номера вещества, в котором происходит торможение. Эти вещества были с резко различными атомными номерами, так как интенсивность тормозного излучения в первом приближении пропорциональна z . Кроме того были произведены теоретические расчеты спектра торможения.

Исходя из формулы Bethe и Heitler'a (3) для излучения электрона, обобщенной нами на случай толстого антикатада и определенной формы

β -спектра (см. ниже), можно определить ожидаемое число γ -квантов торможения в элементах с различными z . Табл. 1 дает вычисленные значения отношения числа γ -квантов торможения к числу электронов, тормозящихся в свинце. Форма β -спектра выбрана равномерной и линейно-спадающей. Действительное распределение электронов по энергиям в спектре иода гораздо сложнее взятых распределений, но тем не менее эффект γ -излучения при торможении будет представлен промежуточными значениями. Из табл. 1 следует, что интенсивность тормозного излучения на один электрон мала даже для свинца. Данная таблица легко может быть пересчитана для случая алюминия.

Таблица 1

Форма электронного спектра	Число γ -квантов торможения на один электрон для свинца			
	γ -кванты с энергией от 50 до 2100 кV	γ -кванты с энергией от 100 до 2100 кV	γ -кванты с энергией от 200 до 2100 кV	γ -кванты с энергией от 500 до 2100 кV
Равномерный	0.15	0.09	0.05	0.015
Линейно-спадающий	0.08	0.05	0.02	0.007

Таким образом все значения интенсивности тормозного γ -излучения, вычисленные в табл. 1 для свинца, при пересчете на алюминий должны быть уменьшены в 6.3 раза. Присутствие собственного γ -излучения радио-иода должно уменьшить это соотношение. Если собственное γ -излучение преобладает, то эффект тормозного излучения может оказаться в пределах ошибок эксперимента. Кроме того наличие достаточно толстых стенок счетчика γ -квантов, значительно поглощающих мягкую тормозную часть, еще более уменьшит регистрируемую долю тормозного излучения.

Для разрешения вопроса роли тормозного излучения и доказательства присутствия собственного γ -излучения радио-иода был произведен следующий эксперимент: два фильтра—алюминиевый и свинцовый, сложенные вместе, ставились между препаратом радио-иода и счетчиком γ -квантов, сперва алюминием, а затем свинцом к иоду. Это позволило выявить роль тормозного излучения вследствие того, что собственное излучение при этом испытывает одинаковое поглощение.

Каждый фильтр в отдельности поглощал основную массу электронов: алюминиевый—3.25 мм и свинцовый—1.4 мм (табл. 2).

Табл. 2 дает число дополнительных импульсов, зарегистрированных в счетчике, рассчитанных на одну минуту и отнесенных к первой минуте

после конца облучения иода нейтронами. В результате ряда опытов общее число дополнительных импульсов в счетчике, приходящееся на каждую комбинацию фильтров, составляло около 600.

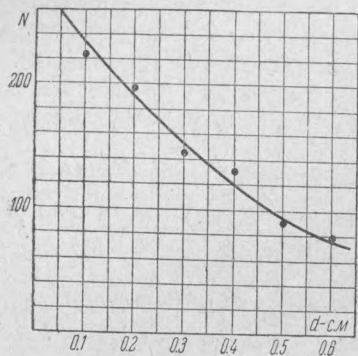
Полученные данные в пределах ошибок эксперимента являются одинаковыми. Следовательно доля тормозного излучения очень мала, и эффект целиком обусловлен собственным γ -излучением радио-иода. Очевидно толщина тормозящего слоя (свинец—1.4 мм или алюминий—3.25 мм) и стенки счетчика (свинец—1 мм) поглощают большую часть тормозного излучения, сводя тормозной эффект к 2—3% общего γ -излучения.

Далее производилось определение энергии γ -излучения радио-иода. Была снята кривая поглощения для свинца. Свинцовые фильтры были

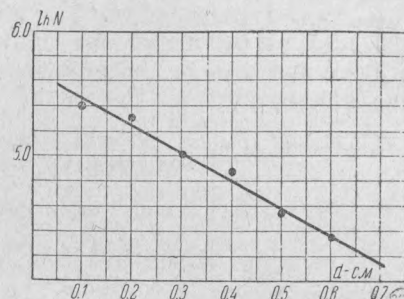
Таблица 2

Фильтр	Число дополнительных импульсов в минуту, отнесенных к 1-й минуте
Алюминий—свинец	160 \pm 5
Свинец—алюминий	151 \pm 5

взяты в виде цилиндров, толщина которых менялась от 2 до 7 мм через каждый миллиметр. Измерения производились от больших толщин к меньшим и при каждой толщине фильтра продолжались в течение 5 минут. Специально выбранные таким образом условия эксперимента дали сравнительно одинаковое общее число дополнительных импульсов в счетчике на каж-



Фиг. 1.



Фиг. 2.

дую толщину фильтра. Это позволяет считать статистическую ценность каждого измерения одинаковой и счетную способность счетчика постоянной.

Было произведено 6 самостоятельных экспериментов, в каждом из которых промерялась вся кривая поглощения. Общее число дополнительных импульсов, приходящееся на каждую толщину поглощающего слоя свинца, было порядка 1 000—1 200. Число γ -квантов, регистрируемых счетчиком во всех измерениях, составляло 30—40 дополнительных импульсов в минуту, при фоне 15 в минуту.

Результаты измерений поглощения γ -лучей радио-иода приведены на фиг. 1, где дана зависимость числа дополнительных импульсов в счетчике, рассчитанного на одну минуту и отнесенного к первой минуте после конца облучения, от толщины свинцового фильтра. Кривая 2 дает логарифмическую зависимость интенсивности γ -излучения от толщины свинцового фильтра. Экспериментальные точки (фиг. 2) хорошо ложатся на прямую.

Вычисленный отсюда коэффициент поглощения в свинце получается равным $\mu \approx 2.2 \text{ см}^{-1}$, что дает значение для коэффициента поглощения на один электрон $\mu_e \approx 8.1 \cdot 10^{-25}$. Такой коэффициент поглощения соответствует значению энергии γ -лучей $\approx 400\text{--}500 \text{ kV}$ (4).

Полученные данные позволяют определить число γ -квантов, приходящееся на один акт β -распада. Коэффициент полезного действия счетчика для γ -лучей можно считать равным 0.004—0.003 для энергии порядка 0.5 MeV (5). Отсюда следует, что один γ -квант приходится на две или три β -частицы.

Выводы: 1. Установлено, что β -распад радиоактивного иода, полученного при облучении иода медленными нейтронами, сопровождается γ -излучением. 2. Энергия излучаемых квантов $\approx 0.4\text{--}0.5 \text{ MeV}$. 3. Определено, что отношение числа γ -квантов на один акт β -распада равно $1/2\text{--}1/3$. 4. Обнаруженная γ -линия может быть использована для определения коэффициента поглощения излучения данной жесткости в различных элементах.

Поступило
3 I 1939.

ЦИТИРОВАННАЯ ЛИТЕРАТУРА

- ¹ Amaldi, Phys. ZS., 18, 692 (1937). ² A. Roberts a. J. W. Irvine, Phys. Rev., 53, 609 (1938). ³ Bethe a. Heitler, Proc. Roy. Soc., 146, 83 (1934). ⁴ W. Gentner, Phys. ZS., 21, 836 (1937). ⁵ G. v. Droste, ZS. f. Phys., 100, 529 (1936).