

4  
Б-24

ОБЪЕДИНЕННЫЙ ИНСТИТУТ ЯДЕРНЫХ ИССЛЕДОВАНИЙ

Лаборатория высоких энергий

P-429

И.Я. Барит, М.И. Подгорецкий, Ф.Л. Шапиро

НЕКОТОРЫЕ ВОЗМОЖНЫЕ ПРИМЕНЕНИЯ  
РЕЗОНАНСНОГО РАССЕЯНИЯ  $\gamma$  - ЛУЧЕЙ

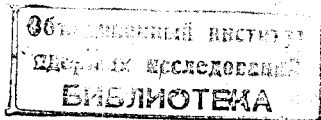
*ИСЭТФ, 1960, т 38, в 1, с 301.*

Дубна 1959 год

И.Я. Барит,<sup>x/</sup> М.И. Подгорецкий, Ф.Л. Шапиро<sup>x/</sup>

НЕКОТОРЫЕ ВОЗМОЖНЫЕ ПРИМЕНЕНИЯ  
РЕЗОНАНСНОГО РАССЕЯНИЯ  $\gamma$  - ЛУЧЕЙ

479/5



<sup>x/</sup> Физический институт им. П.Н. Лебедева АН СССР

Вследствие отдачи при излучении  $\gamma$ -кванта энергия кванта всегда меньше разности энергетических уровней излучающего ядра. Аналогичное смещение имеет место и при поглощении  $\gamma$ -кванта. Это обстоятельство сильно затрудняет наблюдение резонансного рассеяния  $\gamma$ -лучей, которое при отсутствии смещения или его компенсации должно происходить с большой вероятностью.

В недавних работах 1,2,3 было, однако, показано, что при низких температурах в заметной доле актов излучения и поглощения  $\gamma$ -квантов сравнительно малой энергии, импульс отдачи принимает на себя весь кристалл в целом. В указанных условиях смещение практически исчезает, что делает возможным непосредственное наблюдение резонансного поглощения. Это было особенно ярко продемонстрировано в работах 2,3, авторы которых наблюдали зависимость сечения резонансного поглощения от скорости изменения расстояния между источником и поглотителем /эффект Допплера/. Опыты проводились с  $\gamma$ -лучами  $\text{Iz}^{191}$ , имеющими энергию 129 Кэв. Время жизни возбужденного состояния оказалось равным  $\sim 10^{-10}$  сек., что соответствует ширине  $\Gamma \sim 10^{-5}$  эв и относительной ширине  $\sim 10^{-10}$ . Влияние эффекта Допплера сказывалось уже при скоростях  $\sim 1$  см/сек.

В работе 2 предлагается использовать описанный метод для измерения ширины  $\gamma$ -линий, а также для изучения схем каскадных  $\gamma$ -переходов, поскольку резонансное поглощение может наблюдаться только для переходов на основное состояние ядра.

Нам кажется возможным использовать резонансное поглощение также для исследования различного рода смещений и расщеплений ядерных уровней. В качестве примера укажем на поперечный эффект Допплера, ядерный эффект Зеемана<sup>x/</sup> и на смещение в поле тяжести, предсказываемое общей теорией относительности. Исследование первых двух эффектов возможно при наблюдении

---

x/ Следует подчеркнуть, что использование ядерного эффекта Зеемана могло бы дать возможность изучения  $\gamma$ -переходов поляризованных ядер и взаимодействий с участием поляризованных  $\gamma$ -квантов.

смещений порядка  $10^{-7} \cdot 10^{-8}$  эв. Что касается смещения в поле тяжести, то при разности высот источника и поглотителя  $\approx 10$  м относительный сдвиг составляет  $\approx 10^{-15}$ , что при энергии кванта 100 Кэв соответствует абсолютному сдвигу  $\approx 10^{-10}$  эв.

Для наблюдения столь малых смещений необходимо работать в условиях, когда естественная ширина  $\gamma$ -линии меньше изучаемого сдвига или близка к нему и когда не происходит существенного уширения линии за счет побочных эффектов<sup>хх/</sup>. Предварительные оценки показывают, что последнее условие вполне достижимо для линий с шириной  $\Gamma \sim 10^{-7} - 10^{-8}$  эв и быть может достижимо при  $\Gamma \sim 10^{-10}$  эв, что соответствует времени жизни  $\tau \sim 10^{-5}$  сек.

Среди изученных изомерных состояний стабильных ядер имеется одно, обладающее относительной шириной  $\Gamma/E \sim 10^{-15}$  - уровень 92 Кэв изотопа  $Zn^{87}$ ,  $\tau = 9,3 \cdot 10^{-6}$  сек/, возбуждающийся в результате  $K$ -захвата ядра  $Gd^{87}$  /период полураспада 78 часов/ 4. В принципе,  $\gamma$ -переход 92 Кэв  $Zn^{87}$  может быть использован для наблюдения упомянутого выше гравитационного эффекта<sup>хх/</sup>.

В настоящее время представляется целесообразным экспериментальное исследование указанных выше возможностей использования явления резонансного рассеяния  $\gamma$ -лучей.

Авторы благодарят Т.Вишки и В.Огиевского за полезные обсуждения.

Рукопись поступила в издательский отдел  
27 октября 1959 года.

---

х/ Примерами таких побочных эффектов являются доплеровское уширение из-за вибраций источника или поглотителя, размытие или расщепление линии за счет магнитных и электрических полей.

хх/ В экспериментах может оказаться удобным производить сдвиг линии на известную величину с помощью доплер-эффекта /относительно большие сдвиги/ или ядерного зееман-эффекта /малые сдвиги/.

Л и т е р а т у р а

1. R.L.Mössbauer Zeitschrift für Physik, I5I, I24 (I958).
2. R.L.Mössbauer Zeitschrift für Naturforschung I4<sup>a</sup>, 2II (I959).
3. P.P.Craig, J.G.Dash, A.D.McGuire, D.E.Nagle Bull. Am.Phys.Soc. 4, 373 (I959).
4. Б.С.Джелепов и Л.К.Пекер "Схемы распада радиоактивных ядер". 1958 г.

479/5

