

Длина волны жестких γ -лучей.

A. H. Compton. The Wave-Length of hard Gamma Rays. Phil. Mag. 41 p. 770; 1921 г.

Теория простой оптической решетки для монохроматического света показывает, что в то время, как расстояние между спектрами разных порядков определяется так называемой постоянной решетки $a+b$, где a —ширина щели, а b —расстояние между соседними щелями, в дифракционном явлении, состоящем из полос, расстояние между последними зависит только от ширины щели. В первом случае мы имеем формулу

$$\sin \varphi = \frac{n \lambda}{a+b},$$

где длина волны, n —порядок спектра, и φ —угол между падающим и отклоненным лучом. Во втором случае положение максимумов для полос последовательно определяется следующими равенствами:

$$\sin \varphi = 0; \frac{1,430 \lambda}{a}; \frac{2,459 \lambda}{a} \text{ и т. д.}$$

Отсюда видно, что угловое расстояние между полосами значительно больше, чем для линий.

Из измерений длин волн γ -лучей от Ra C Rutherford'ом и Andrade в 1914 г. была получена наименьшая величина для $\lambda = 0,07 \cdot 10^{-8}$ см. Между тем β -лучи того же элемента обладают скоростями, соответствующими от 5 до $20 \cdot 10^3$, что дает для λ для самых жестких волн γ -лучей величину около $0,007 \cdot 10^{-8}$ см. Кроме того из формулы, связывающей коэффициент поглощения рентгеновых лучей с длиной волны, зная коэффициент поглощения для γ -лучей, можно подсчитать, что нижний предел для λ будет $0,04 \cdot 10^{-8}$ см.

Это заставляет усомниться в результатах, полученных Rutherford'ом и Andrade и потому Compton предлагает иной метод определения длины волны γ -лучей.

Rutherford и Andrade пользовались отражением от внутренних граней кристалла Na Cl, т.е. кристаллической решеткой, Compton же пользуется „атомной решеткой“. Дело в том, что ориентировка электронов в атоме создает своеобразную дифракционную картину, зависящую от длины волны и от размеров атома.

Дифракционная картина от кристаллической решетки определяется расстоянием между плоскостями, дающими отражение, и для случая жестких γ -лучей вся она ущемляется в очень малом угле (около 1°). Явление же дифракции от атома располагается в широком угле ($> 10^\circ$), так как здесь a (радиус атома) очень мал по сравнению с постоянной решетки. Эти два явления будут вполне аналогичны линейчатым и полосатым спектрам от простой решетки, в оптике видимых лучей.

Так как радиус атома нам неизвестен, то приходится при определении длины волны прибегать к косвенному методу, а именно к сравнению отношения интенсивностей, рассеянных атомом γ -лучей от каких-либо двух элементов (Compton берет медь и свинец) с отношением интенсивностей рассеянных лучей Рентгена для тех же самых элементов. Теория Debye'я для рассеяния рентгеновых лучей дает следующее выражение для отношения интенсивности рассеянных лучей J^0 к интенсивности падающих J :

$$\frac{J^0}{NJ} = \phi \frac{\sin \theta/2}{\lambda},$$

где N —атомное число, θ —угол между падающим и рассеянным лучом.

Из данных Barkla и Dunlop'a, полученных из рассеяния рентгеновых лучей под углом в 90° , можно определить отношение интенсивностей для свинца и меди для $\frac{\sin 45^\circ}{\lambda}$ где λ варьировалось от $0,3 \cdot 10^{-8}$ до $1 \cdot 10^{-8}$ см. Очевидно, что, если то же самое

отношение интенсивностей получится для неизвестной длины волны и при определенном угле θ' , то мы можем написать

$$\frac{\sin \frac{\theta'}{2}}{\lambda_x} = \frac{\sin \frac{\theta}{2}}{\lambda},$$

откуда

$$\lambda_x = \lambda \frac{\sin \frac{\theta'}{2}}{\sin \frac{\theta}{2}}$$

где $\frac{\theta}{2} = 45^\circ$.

Compton, исследуя рассеяние γ -лучей, прошедших толщину свинца в 8 mm, определил, что для угла в 10° получается отношение, близкое к отношению из данных

Barkla и Dunlop'a для $\frac{\sin 45^\circ}{0,25 \cdot 10^8}$.

Следовательно, имеем

$$\frac{\sin 45^\circ}{0,25 \cdot 10^8} = \frac{\sin 5^\circ}{\lambda_x},$$

откуда

$$\lambda_x = 0,03 \cdot 10^{-8} \text{ cm.}$$

Метод Compton'a не может дать точных результатов прежде всего потому, что измерение интенсивностей рассеянных лучей (отделить рассеянные от лучей флуоресценции) представляет большие затруднения. Кроме того данные Compton'a не покрываются данными Barkla и Dunlop'a, вследствие чего приходится их экстраполировать на те значения отношений интенсивностей, которые были получены Compton'ом.

Н. Селяков.