

АНОМАЛЬНОЕ ОТСУТСТВИЕ ЭФФЕКТИВНЫХ МАГНИТНЫХ ПОЛЕЙ НА ЯДРАХ Fe^{57} В МАГНИТНО-УПОРЯДОЧЕННЫХ СОЕДИНЕНИЯХ CeFe_2Si_2 И CeFeSi

Е.М. Левин, Р.В. Луцив, Г.В. Попов, С.И. Ющук

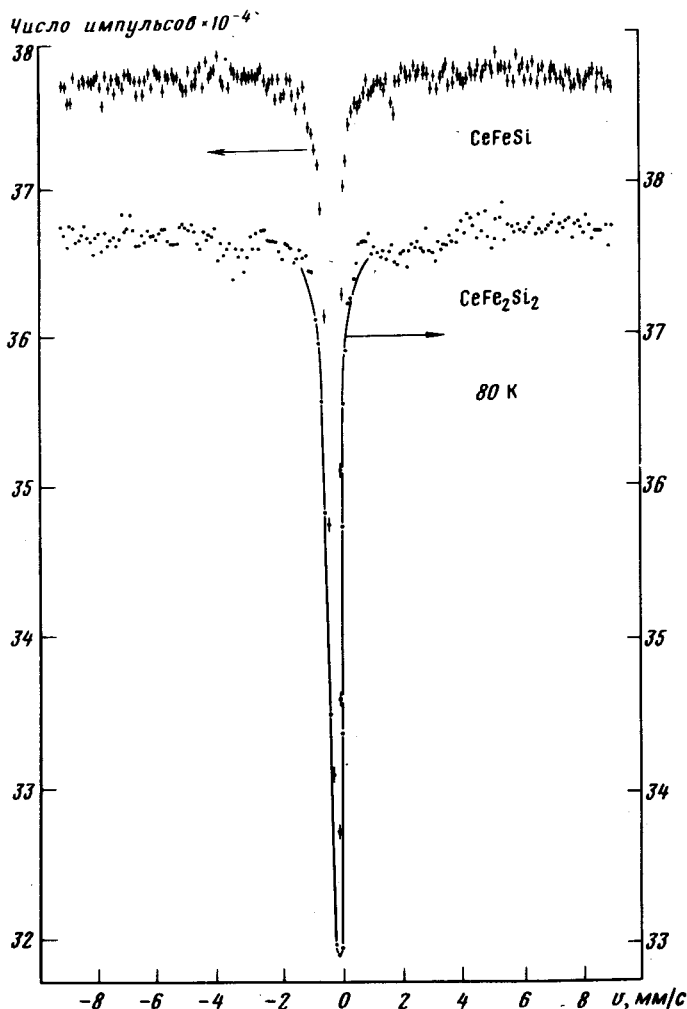
Исследовано резонансное поглощение гамма-квантов в соединениях CeFe_2Si_2 и CeFeSi , имеющих температуры магнитного упорядочения 700 и 440К соответственно. Характер мессбауэровских спектров показывает идентичное электронное состояние атомов железа и аномальное отсутствие эффективных магнитных полей на их ядрах.

Соединение CeFe_2Si_2 , как и серия соединений состава RM_2Si_2 , где R – редкоземельный элемент, $\text{M} = \text{Cr}, \text{Mn}, \text{Fe}, \text{Co}, \text{Ni}$, кристаллизуется в тетрагональной структуре CeGa_2Al_2 (сверхструктура к BaAl_4) с пространственной группой $14/mmm$ [1]. Для данной структуры характерно чередование перпендикулярных к оси Z слоев типа $\text{R} - [\text{Si} - \text{M} - \text{Si}] - \text{R}' - [\text{Si} - \text{M} - \text{Si}] - \text{R}$, где R и R' – атомы редкоземельного элемента, занимающие различные кристаллографические позиции.

Соединение CeFeSi относится к группе соединений типа RMSi , которые обладают структурой PbFCl (пространственная группа $P4/nmm$) с чередованием слоев $\text{R} - [\text{Si} - \text{M} - \text{Si}] - \text{R}' - \text{R}$ [2].

В обеих структурах каждый атом $3d$ -элемента находится в центре тетраэдра, образованного четырьмя атомами кремния, два из которых принадлежат верхнему слою, а два – нижнему. Во второй координаци-

онной сфере атома железа находятся четыре атома редкоземельного элемента. В связи с тем, что в соединениях $CeFe_2Si_2$ и $CeFeSi$ ближнее окружение атомов железа идентично, представлялось интересным сравнительное изучение состояния их электронных оболочек. В качестве метода исследования использовался ядерный гамма-резонанс.



Спектры поглощения γ -квантов ядрами Fe^{57} в соединениях $CeFeSi$ и $CeFe_2Si_2$ при температуре 80К

Измерение спектров поглощения ядрами Fe^{57} для обоих соединений проведено при температурах 0 и 290К. В качестве источника γ -квантов использовался Co^{57m} в Rd . Поликристаллические образцы соединений синтезированы сплавлением исходных компонентов в вакууме в алундовых тиглях. Составы сплавов исследованы с помощью рентгеновского фазового анализа и рентгеноспектрального микроанализа; наличие посторонних фаз не обнаружено.

Для всех полученных спектров характерна узкая линия поглощения при скорости близкой к нулю (рисунок). Отсутствие квадрупольного

расщепления согласуется с кубической симметрией окружения атомов железа в обеих структурах. Величины изомерного сдвига (относительно Fe^{57} в железе) в пределах погрешности измерения в обоих соединениях отрицательны ($-0,05$ мм/сек) и не отличаются при $T = 80$ и 290K . На спектрах обоих соединений практически не наблюдается зеемановское расщепление.

Последнее обстоятельство необычно, так как магнитные измерения показали, что CeFe_2Si_2 и CeFeSi магнитно упорядочиваются при температурах 700 и 440K , соответственно. Заметим также, что исследование изоструктурного к CeFe_2Si_2 соединения NdFe_2Si_2 , проведенное методом нейтронной дифракции [3], обнаружило наличие в подрешетке железа коллинеарной спиновой структуры сложного характера с величиной магнитного момента $1,5\mu_{\text{B}}$ на атом. Кроме того, в ряду изоструктурных соединений RFe_2Si_2 имеет место зависимость температуры перехода в упорядоченное состояние от расстояния $\delta_{\text{Fe}-\text{Fe}}$, определяющееся типом редкоземельного элемента. Возможно, отличие в температурах магнитного упорядочения для CeFe_2Si_2 и CeFeSi также обусловлено различием расстояний $\delta_{\text{Fe}-\text{Fe}}$ ($2,81$ и $2,87\text{\AA}$ соответственно). Приведенные данные позволяют считать, что атомы железа в CeFe_2Si_2 и CeFeSi обладают нескомпенсированным магнитным моментом. Существование магнитного упорядочения в соединениях типа RFe_2Si_2 и RFeSi можно объяснить наличием обменных взаимодействий в слоях Fe в результате перекрытия волновых функций $3d$ -электронов, так как сумма слэтеровских радиусов $3d$ -орбит атомов железа соизмерима с расстоянием $\delta_{\text{Fe}-\text{Fe}}$ в этих соединениях. Не исключается также существование косвенных обменных взаимодействий между атомами железа через промежуточные атомы кремния, как в слоях, так и между ними.

Отсутствие в спектрах зеемановской сверхтонкой структуры, т.е. нулевые значения эффективного магнитного поля $H_{\text{эфф}}$ на ядрах атомов железа, может быть вызвано взаимной компенсацией вкладов s -электронов в величину $|\psi_s(0)|^2$ и обусловлено ковалентным характером связи атома железа с окружающими его атомами кремния.

Таким образом, нами установлено, что в соединениях CeFe_2Si_2 и CeFeSi , принадлежащих к классу слоистых магнитоупорядочивающихся кристаллов, электронные состояния атомов железа идентичны и на ядрах этих атомов отсутствуют эффективные магнитные поля.

Львовский
государственный университет
им. Ивана Франко

Поступила в редакцию
31 октября 1977 г.

Литература

- [1] W.Rieger, E.Parthe. Monatshefte für Chemie, **100**, 444, 1969.
- [2] О.И.Бодак, Е.И.Гладышевский, П.И.Крипякевич. Журнал структурной химии, **11**, 305, 1970.
- [3] Н.Pinto, Н.Shaked. Phys. Rev. "B" **7**, 3261, 1973.
- [4] I.Felner et al. Sol. State Comm., **16**, 1005, 1975.