

ИЗМЕРЕНИЕ ИЗОТОПИЧЕСКОГО СДВИГА РЕДКИХ ИЗОТОПОВ
МЕТОДОМ СЕЛЕКТИВНОЙ ЛАЗЕРНОЙ МАСС-СПЕКТРОСКОПИИ

Н. А. Карпов, Б. Б. Крынецкий, В. А. Мишин, О. М. Стельмах

УДК 535.338.333

Приведены экспериментальные результаты по исследованию изотопического сдвига для редкого изотопа иттербия ^{168}Yb методом селективной лазерной масс-спектрометрии.

Исследование характеристик ядер редких изотопов, содержание которых в естественной смеси недостаточно для изучения их методом кулоновского возбуждения, проводится обычно с помощью изучения изотопических сдвигов оптическими методами.

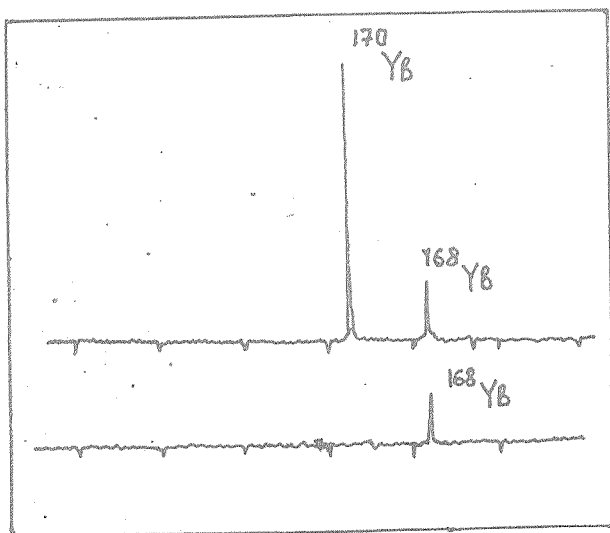
Основные трудности, возникающие при оптических измерениях изотопических сдвигов на образцах с естественным содержанием изотопов, обусловлены присутствием большого числа нечетных изотопов, что препятствует точному измерению интервалов между компонентами четных изотопов I/I .

Применение метода резонансной лазерной люминесценции в спектроскопических исследованиях подняло эффективность оптических методов $/2/$, но не решило окончательно проблемы точного измерения изотопических сдвигов в образцах с естественным содержанием изотопов.

Эксперименты по лазерному разделению изотопов в атомных парах показали, что сочетание избирательности масс-спектрометра, измеряющего ток фотоионизации, с селективностью многоступенчатого лазерного воздействия значительно расширяет возможности лазерной спектроскопии высокого разрешения. Эффективность этого метода была продемонстрирована при исследовании положений отдельных компонент сверхтонкой структуры (СТС) на элементах группы лантаноидов с естественным содержанием изо-

топов /3/.

В данной работе изучался изотопический сдвиг для редкого изотопа иттербия ^{168}Yb на интеркомбинационном переходе $^1S_0 - ^3P_1$ (электронные конфигурации $4f^{14}6s^2 - 4f^{14}6s6p$). Эксперименты проводились с пучком атомов Yb, получаемых испарением металлического иттербия из молибденового тигля в вакуумной камере при давлении остаточных газов 10^{-6} тор. Пучок нейтральных атомов формировался системой диафрагм. Плотность атомов $n_0 = 10^{18} - 10^{14} \text{ см}^{-3}$. Расходимость пучка составляла 18° . На расстоянии 75 мм от среза тигля пучок нейтральных атомов облучался излучением перестраиваемого лазера непрерывного действия на красителе родамин-110. В качестве источника накачки использовался аргоновый лазер с выходной мощностью 10 Вт, работающий без селектора длин волн. Лазер, обеспечивающий возбуждение выбранного перехода атома Yb, плавно сканировался по частоте в диапазоне 1 см^{-1} и имел ширину линии генерации $\Delta\nu = 10^{-4} \text{ см}^{-1}$ при выходной мощности $5 \cdot 10^{-2}$ Вт. Возбужденные атомы ^{168}Yb ионизовались излучением четвертой гармони-



Р и с. I. Изотопический сдвиг для редкого изотопа иттербия ^{168}Yb .

ки ИАГ-лазера, работающего с частотой повторения 50 Гц. Образовавшиеся фотоионы направлялись системой ионных линз на ВЭУ выносного датчика квадрупольного масс-спектрометра, настроенного на массу изотопа ^{168}Yb . Разрешение масс-спектрометра выбиралось таким образом, чтобы зарегистрировать положение соседнего пика, соответствующего изотопам с массой $M = 170$. Регистрация фотоионов в режиме частотной развертки осуществлялась двухкоординатным самописцем. Одновременно на вход самописца подавали частотные метки от интерферометра Фабри-Перо. Частотный интервал между метками составлял $5 \cdot 10^{-2} \text{ см}^{-1}$. На рис. 1 приведена запись фотоионизационного тока. Величина изотопического сдвига между изотопами иттербия ^{168}Yb и ^{170}Yb составляла $4,56 \cdot 10^{-2} \text{ см}^{-1}$. Точность измерений определяется плавностью развертки сканируемого лазера, стабильностью настройки масс-спектрометра и стабильностью источника частотных меток. В наших экспериментах точность измерений была $\pm (1-1,5)\%$.

Авторы благодарны Н. В. Карлову и А. М. Прохорову за внимание к работе.

Поступила в редакцию
4 февраля 1981 г.

Л и т е р а т у р а

1. А. Ф. Головин, А. Р. Стриганов, УФН, 93, III (1967).
2. J. N. Broadhurst et al., J. Phys. B, 7, L513 (1974).
3. Н. В. Карлов и др., Письма в ЖЭТФ, 25, 318 (1977).