УДК 537.56

**Измерение сечения фотоионизации лития в магнитооптической ловушке**

С.В.Климов1,2, К.П.Галстян2, С.А.Саакян2, В.А.Саутенков2, Б.Б.Зеленер2

1Московский физико-технический институт  
(национальный исследовательский университет)  
2Объединённый институт высоких температур РАН

В работе развит метод измерения зависимости сечения фотоионизации атомов лития-7 в состоянии, находящихся в магнитооптической ловушке (МОЛ), от длины волны ионизирующего излучения. В качестве источников излучения используются УФ-светодиоды [1] и лазер [2].

Атомы щелочных металлов, будучи относительно простыми, являются прекрасной платформой для теоретических расчётов сечения фотоионизации в возбуждённых состояниях, а холодные атомы в МОЛ, которые очень чувствительны к ионизирующему излучению, позволяют измерить его экспериментально с помощью низкоинтенсивных источников.

Принцип работы экспериментальной установки следующий. Излучение источника (УФ-светодиод или лазер) заведено в многомодовое оптическое волокно. На выходе из волокна свет источника попадает в систему линз, которая коллимирует его и фокусирует на облако холодных атомов, находящееся в МОЛ.

Изменение количества атомов в МОЛ подчиняется уравнению

|  |  |
| --- | --- |
|  | (1) |

где  − полная скорость потерь, состоящая из потерь за счёт столкновений между атомами и оставшимся в вакуумной камере газом  и потерь за счёт фотоионизации ,

 – коэффициент, отвечающий за столкновения атомов в ловушке друг с другом, − скорость загрузки атомов в МОЛ.

При  количество атомов в МОЛ начинает убывать. В соответствии с (1) динамика этого процесса имеет вид:

|  |  |
| --- | --- |
|  | (2) |

где − количество атомов в начальный момент времени.

Скорость потерь за счёт фотоионизации может быть найдена как

|  |  |
| --- | --- |
|  | (3) |

где − доля атомов в состоянии, − интенсивность ионизирующего излучения, − энергия фотона этого излучения,  − искомое сечение.

Величина  измеряется независимо с большой точностью согласно методике, описанной в [3], а скорость потерь  при данных значениях и  может быть найдена из экспериментально полученных зависимостей  в присутствии и в отсутствии ионизирующего луча. Тогда сечение фотоионизации при данной длине волны может быть получено из (3). Таким образом оно было вычислено при нм и составило Мбн. Сравнение полученных данных с другими экспериментами [4−7] и некоторыми теоретическими результатами [8,9] показано на рис.1.

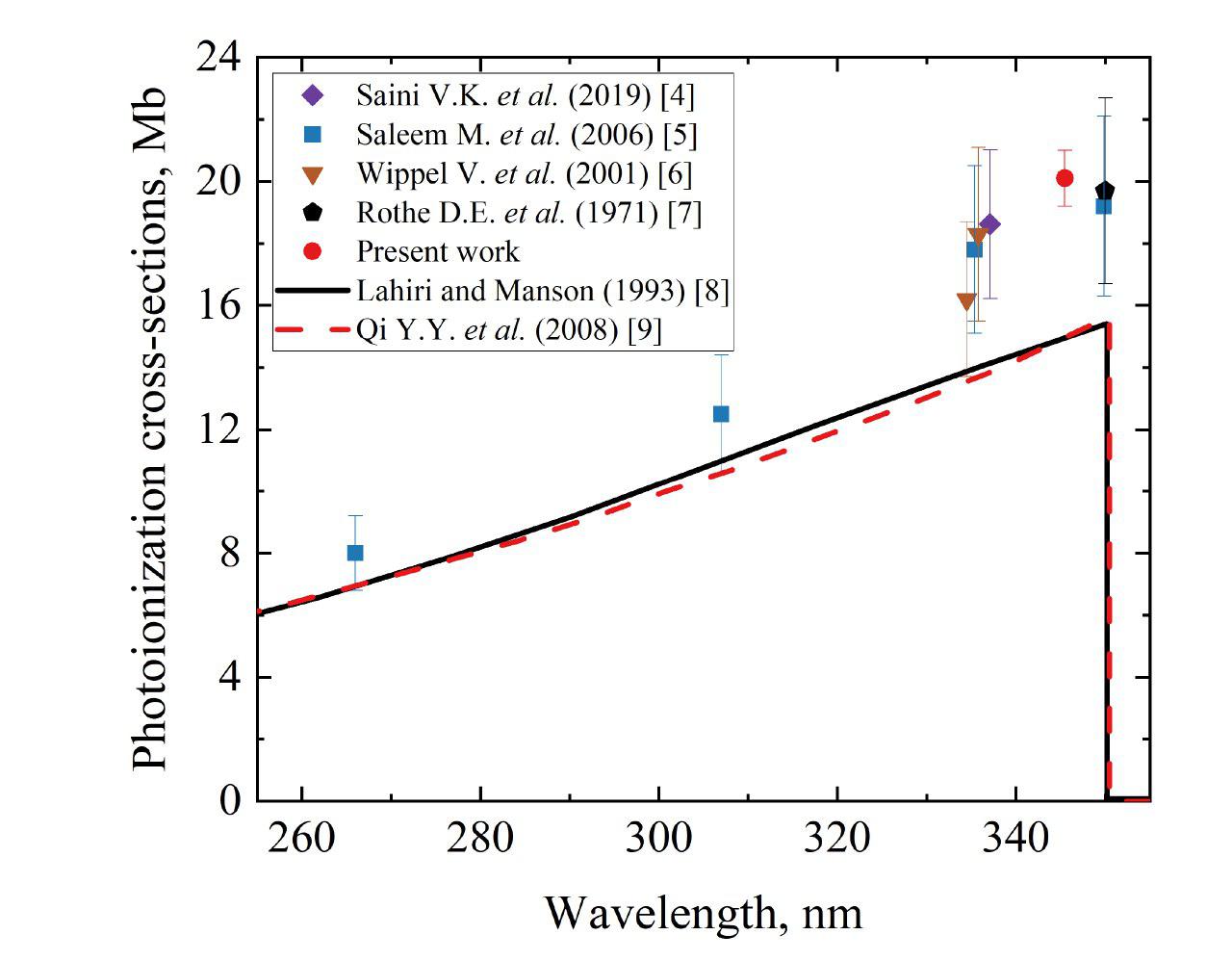


Рис.1. Результаты различных работ по измерению сечения фотоионизации лития. Точками показаны экспериментальные данные, линиями – теоретические.

Разработанный метод позволяет получить большую точность измерений, чем в других ныне существующих работах. В ближайшем будущем при помощи УФ-светодиодов планируется измерить сечение фотоионизации лития ещё для нескольких длин волн.

Литература

1. *Saakyan S.A., Vilshanskaya E.V., Galstyan K.P., Sautenkov V.A. and Zelener B.B.* Measurement of the photoionization cross section of the lithium 2*P*3/2 state in a magneto-optical trap with a UV-light-emitting diodes // Meas. Sci. Technol. **32** 115501 (2021)

2. *Saakyan S.A., Sautenkov V.A. and Zelener B.B.* Near-Threshold Measurement of the Photoionisation Cross-section of the lithium 2*P*3/2 state in a magneto-optical trap // J Russ Laser Res **42,** 545–553 (2021).

3. *Claessens B.J., Ashmore J.P., Sang R.T., MacGillivray W.R., Beijerinck H.C.W. and Vredenbregt E.J.D.* Measurement of the photoionization cross section of the (2*p*) 5(3*p*) 3*D*3 state of neon // Phys. Rev. A **73** 012706 (2006)

4. *Saini V.K., Kumar P., Subrahmanyam V.V.V. and Dixit S.K.* Measurement of photoionization cross-section of Li (2p, 3d) excited states using thermionic diode detector // J. Quant. Spectrosc. Radiat. Transfer **224** 361–7 (2019)

5. *Saleem M., Hussain S., Rafiq M. and Baig M.A.* Laser isotope separation of lithium by two-step photoionization // J. Appl. Phys.**100** 053111 (2006)

6. *Wippel V., Binder C., Huber W., Windholz L, Allegrini M., Fuso F. and Arimondo E.* Photoionization cross-sections of the first excited states of sodium and lithium in a magneto-optical trap // Eur. Phys. J*.* D **17** 285–91 (2001)

7. *Rothe D.E.* Radiative electron-ion recombination into the first excited state of lithium // J. Quant. Spectrosc. Radiat. Transfer**11** 355–65 (1971)

8. *Lahiri J. and Manson S.T.* Radiative recombination and excited-state photoionization of lithium // Phys. Rev*.* A **48** 3674 (1993)

9. *Qi Y.Y., Wu Y., Wang J.G. and Ding P.Z.* Calculations of photo-ionization cross sections for lithium atoms // Chin. Phys. Lett.**25** 3620 (2008)