

50-я научная конференция МФТИ
Факультет проблем физики и энергетики
Секция квантовой оптики

УДК

Афанасьев А.Е.

Московский физико-технический институт (государственный университет)
Институт спектроскопии РАН

**Атомная поверхностная ловушка на основе
квантовой адсорбции атомов**

Локализация нейтральных атомов [1] имеет важное как фундаментальное, так и прикладное значение. К настоящему времени реализованы атомные ловушки, основанные на использовании магнитных полей, электрических полей, лазерных и лазерно-магнитных полей (магнитно-оптические ловушки). Характерной особенностью всех реализованных атомных ловушек является их малая глубина: глубина магнитных и электрических ловушек составляет величину порядка 10^{-2} К, глубина магнитно-оптических ловушек достигает величины порядка 1 К, поэтому локализация атомов в таких ловушках стала возможной только после развития методов лазерного охлаждения нейтральных атомов [2].

С другой стороны, как хорошо известно, поверхностные потенциальные ямы, основанные на силах ван дер Ваальса или (и) химических силах, имеют глубину порядка 10^1 – 10^3 К и поэтому способны удерживать нейтральные атомы со значительными кинетическими энергиями (например, самопроизвольная адсорбция атомов на поверхности из газовой фазы). Локализация атомов в поверхностном потенциале интересна, как с фундаментальной (квантовомеханическая модификация скорости спонтанного излучения, эффект Казимира), так и с практической точек зрения (применение в квантовой информатике [3] и построение атомных чипов [4]). Главной проблемой в реализации поверхностной ловушки является отсутствие эффективных методов загрузки атомов в приповерхностную потенциальную яму. В работе [5] впервые предложена схема загрузки атомов в поверхностную ловушку, которая аналогична процессу фотоассоциации свободных атомов. Процесс фотоассоциации заключается в образовании молекулы из атомов при поглощении фотона в момент их столкновения. Такое «спаривание» атомов светом стало возможным после развития методов лазерного охлаждения атомов, позволивших значительно увеличить фазовую плотность атомных ансамблей [6]. Загрузка атомов в поверхностную ловушку с использованием такого эффекта также возможна только для ультрахолодных атомов, а теоретические оценки показывают, что и для таких атомов эффективность процесса невысока [5].

В данной работе мы предлагаем новый механизм загрузки атома в поверхностную потенциальную яму (то есть его адсорбцию) и демонстрируем реализацию данной схемы на примере нейтральных атомов Rb адсорбированных на поверхности кристалла YAG. Мы также показываем возможность создания микро и наноструктур произвольной формы из локализованных атомов на поверхности диэлектрика. Предлагаемый механизм загрузки атомов в поверхностную ловушку основан на эффекте «переноса энергии на высоковозбуждённые уровни при столкновении» («the energy-pooling collision»), который заключается в неупругом столкновении двух возбуждённых атомов с последующим переходом одного атома в основное состояние, а другого — в высоковозбуждённое состояние [7–9]. Дефект внутренней энергии компенсируется за счёт кинетической энергии атомов. Если столкновение атомов происходит внутри потенциальной поверхностной ямы, то это может приводить к локализации атома внутри этой ямы.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. *Balykin V.I., Minogin V.G., Letokhov V.S.* // Rep. Prog. Phys. — 2000. — V. 63. — 1429.
2. *Phillips W.D.* // Rev. Mod. Phys. — 1998. — V. 70. — P. 721.
3. *Schlosser N., Reymond G., Protsenko I., Grangier P.* // Nature. — London, 2001. — V. 411. — P. 1024.
4. *Eriksson S., Trupke M., Powell H.F., Sahagun D., Sinclair C.D.J., Curtis E.A., Sauer B.E., Hinds E.A., Muktadir Z., Gollasch C.O., Kraft M.* // Eur. Phys. J. D. — 2005. — V. 35. — P. 135.
5. *Passerat de Silans T., Farias B., Oriá M., Chevrollier M.* // Appl. Phys. B. — 2006. — V. 82. — P. 367.
6. *Mackie M., Javanainen J.* // Phys. Rev. A. — 1999. — V. 60. — P. 3174.
7. *Jabbour Z.J., Namiotka R.K., Huennekens J., et al.* // Phys. Rev. A. — 1996. — V. 54. — P. 1372.
8. *Barbier L., Cheret M.* // J. Phys. B., At. Mol. Phys. — 1983. — V. 16. — P. 3213.
9. *Ban T., Aumiler D., Beuc R., Pichler G.* // Eur. Phys. J. D. — 2004. — V. 30. — P. 57.

Представленная выше версия доклада является ознакомительной.

Версию доклада, предназначенную для печати, можно найти в факультетском сборнике трудов конференции. Электронные материалы конференции публикуются по адресу http://www.mipt.ru/nauka/conf50/plen_sections/