

Лазерное охлаждения атомов тулия на узком переходе $4f^{13}(^2F^o)6s^2 - 4f^{12}(^3H_6)5d_{5/2}6s^2$ с длиной волны 530,7 нм и шириной линии 350 кГц

Г.А. Вишнякова

Физический институт им. П.Н.Лебедева РАН

Московский физико-технический институт (государственный университет)

Российский квантовый центр

Лазерное охлаждение и захват нейтральных атомов открывает новые возможности для прецизионной спектроскопии, изучения столкновений холодных газов, атомной интерферометрии, изучения квантово-вырожденных газов. В последнее время особый интерес вызывает охлаждение редкоземельных элементов с незаполненной внутренней оболочкой $4f$ (Ho, Er, Dy, Tm). Эти элементы обладают большим магнитным моментом, что дает возможность исследовать магнитные диполь-дипольные взаимодействия при низких температурах. Так же эти элементы привлекательны наличием «часовых» переходов во внутренней электронной оболочке.

В 2009 году в нашей группе было впервые в мире реализовано лазерное охлаждение и захват в магнито-оптическую ловушку (МОЛ) атомов тулия [1]. Для получения холодного облака атомов тулия используется сильный переход $4f^{13}(^2F^o)6s^2 - 4f^{12}(^3H_5)5d_{3/2}6s^2$ с длиной волны 410,6 нм и естественной шириной 10 МГц. Для дальнейшего понижения температуры применяется вторая стадия охлаждения на узком переходе $4f^{13}(^2F^o)6s^2 - 4f^{12}(^3H_6)5d_{5/2}6s^2$ с длиной волны 530,7 нм и естественной шириной 350 кГц [2]. Удалось достичь температуры 10 мкК, число атомов составило 10^5 - 10^6 . Охлаждение на узком переходе обладает рядом особенностей. Из-за малой ширины уменьшается сила оптического давления на атомы и сила тяжести начинает играть заметную роль. Это проявляется в зависимости вертикальной координаты облака от отстройки охлаждающего излучения, что, с учетом эффекта Зеемана, ведет к независимости температуры от отстройки [3]. Кроме того, при определенных параметрах наблюдается разделение облака на скоростные группы, которые разлетаются как отдельные облака [3].

[1] *D. Sukachev et al.* Magneto-optical trap for thulium atoms. – Phys. Rev. A. – 2010. – **80**. – 011405.

[2] *G. Vishnyakova et al.* Two-stage laser cooling and optical trapping of thulium atoms. – Laser Phys. – 2014. – **24**. – 074018.

[3] *T. H. Loftus et al.* Narrow line cooling and momentum-space crystals. – Phys. Rev. A. – 2004. – **70**. – 063413.