

THE INFLUENCE OF THE POWER OF PULSES OF LIGHT ON DISPERSION PROPERTIES OF FIBER LIGHT GUIDES

V. S. BABAYAN, T. V. BABKINA, V. S. BUTYLKIN,
V. V. GRIGORYANTS, P. S. FISHER

The transmission of high intensity pulses of light through multimode light guides is investigated. The influence of the power of pulses on intermodal dispersion due to the parametric conversion of the radiation and its self-focusing is shown.

Изв. АН Армянской ССР, Физика, т. 22, вып. 4, 228—230 (1987)

УДК 535.32;621.327.53

СТОЛКНОВИТЕЛЬНЫЙ ЛАЗЕР В ОБЛАСТИ ДАЛЬНОГО УЛЬТРАФИОЛЕТА НА СМЕСИ АРГОН-ЦЕЗИЙ

В. О. ПАПАНЯН

Институт физических исследований АН АрмССР

(Поступила в редакцию 10 мая 1986 г.)

Предлагается новая схема лазера в дальней ультрафиолетовой области спектра, основанная на квазирезонансной столкновительной передаче энергии от возбужденного состояния аргона атому цезия в разряде. При радиационном переходе из квартетного состояния цезия в дублетное состояние возможна генерация на длине волны 108 нм.

Хорошо известны квартетные состояния щелочных металлов, имеющие энергии порядка 10 эВ, которые являются метастабильными по отношению к автоионизационным и радиационным распадам [1]. Эта метастабильность обусловлена тем, что кулоновская автоионизация с изменением спина запрещена, и квартетные состояния распадаются лишь из-за перемешивания их волновых функций с дублетными (при одинаковом значении полного углового момента j). Так как квартетное состояние с максимальным значением j не имеет аналога в дублетной серии той же электронной конфигурации, распад такого состояния сильно подавлен: время жизни составляет, к примеру, ~ 5 мкс у лития и десятки микросекунд у натрия и калия.

Ранее рассматривались схемы лазеров в области дальнего ультрафиолета (ДУФ), а именно, с длиной волны генерации от 20 до 100 нм с накоплением энергии в квартетных состояниях лития и натрия [2, 3], калия и рубидия [4, 5]. Согласно этим схемам для осуществления генерации лазерное излучение накачки связывает квартетное состояние с дублетным верхним рабочим уровнем. Расчет сил осцилляторов радиационных распадов квартетных уровней тяжелых щелочных атомов показал, что в силу нарушения LS -связи они достаточно велики для получения усиления в ДУФ области [6].

Для практической реализации предложенных схем необходимо получить достаточно большую населенность квартетного метастабильного состояния ($\approx 10^{13}$ см $^{-3}$). В [2, 3] предлагалось использовать возбуждение

электронами в плазме. Однако энергия электронов должна быть $\sim 10-60$ эВ, а количество таких электронов в плазме газового разряда мало. Поэтому эксперименты [7] были направлены на получение электронов высоких энергий в плазме лазерного фокуса.

В настоящей работе обсуждается возможность применения более доступной плазмы газового разряда с использованием столкновительной передачи энергии от возбужденных состояний атомов инертных газов четвертным состояниям щелочных атомов. Рассмотрим, в частности, возможность получения усиления на длине волны $\lambda = 108$ нм в разряде смеси аргона с цезием.

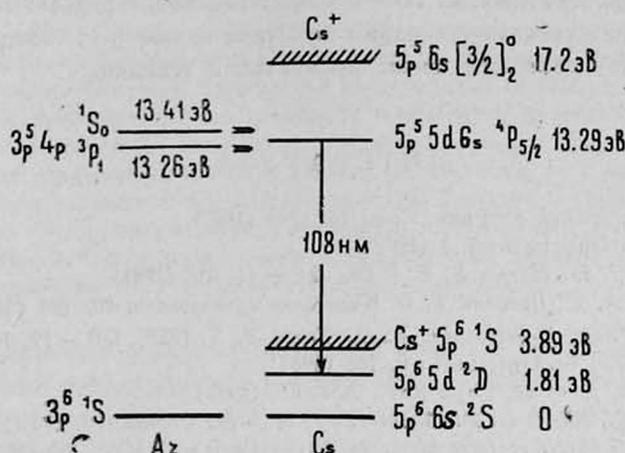
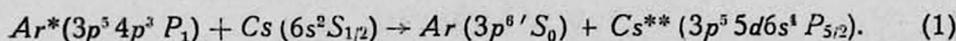


Схема участвующих в процессе уровней энергии атомов аргона и цезия представлена на рисунке. Так как из-за отсутствия эффективных зеркал ДУФ лазеры должны работать в режиме усиления спонтанного излучения, число фотонов в импульсе на выходе активной среды есть $N_{\text{ДУФ}} = \exp(\sigma_a \Delta N L)$, где σ_a — сечение усиления слабого сигнала (рассматривается режим до насыщения), ΔN — плотность инверсии населенностей, L — длина активной среды. Для достижения порога генерации в ДУФ области достаточно, чтобы $(\sigma_a \Delta N L) > 20$ [8,9]. Для перехода $5p^5 5d 6s \ ^4P_{5/2} - 5p^6 5d \ ^2D$ $\sigma_a = 3,9 \cdot 10^{-14} \text{ см}^2$ [6], и при длине $L = 100$ см для достижения порога необходимо иметь $\Delta N > 5 \cdot 10^{12} \text{ см}^{-3}$.

Для заселения верхнего рабочего уровня (населенность — N^{**}) предлагается использовать квазирезонансное столкновительное возбуждение в реакции



Правило сохранения спинов Вигнера при этом соблюдается. Исходя из значения дефекта энергии $\Delta E = 0,03$ эВ, можно по формуле Штюкельберга [10, 11] оценить сечение реакции (1) — $\sigma_T \sim 10^{-15} \text{ см}^2$. Оценим необходимую концентрацию Ar^* из простого балансного уравнения

$$\sigma_T \bar{v} N_* N_0 = \frac{N^{**}}{\tau}, \quad (2)$$

где концентрация атомов цезия $N_0 = 10^{17} \text{ см}^{-3}$, время жизни кватетного состояния $\tau = 1,1 \cdot 10^{-8} \text{ с}$ [6]. Беря тепловую скорость $\bar{v} \sim 10^5 \text{ см/с}$, получим концентрацию $Ar^* N_0 \sim 5 \cdot 10^{13} \text{ см}^{-3}$. Такие населенности возбужденных состояний в разряде смеси аргона с цезием вполне достижимы [12].

Нижнее рабочее состояние $Cs (5p^6 5d^2 D)$ может очищаться либо в процессе фотоионизации дополнительным излучением лазера [3], либо распадаться в режиме послесвечения разряда [5]. Временное поведение населенностей верхнего и нижнего рабочих состояний в режиме послесвечения требует, однако, дальнейшего изучения.

Таким образом, система $Ar-Cs$ представляет определенный интерес, так как непосредственная генерация на длине волны $\lambda = 108 \text{ нм}$ возможна при современном состоянии экспериментальной техники.

ЛИТЕРАТУРА

1. *Feldman P., Novick R.* Phys. Rev., 160, 143 (1967).
2. *Harris S. E.* Opt. Lett., 5, 1 (1980).
3. *Rothenberg J. E., Harris S. E.* IEEE, QE — 11, 418 (1981).
4. *Мартиросян А. Е., Папанян В. О.* Квантовая электроника, 10, 186 (1983).
5. *Papanyan V. O., Martirosyan A. E., Tittel F. K.* IEEE, QE — 19, 1835 (1983).
6. *Harris S. E.* et al. Opt. Lett., 9, 168 (1984).
7. *Holmgren D. E.* et al. Phys. Rev., A31, 677 (1985).
8. *Arecchi F. T., Banfi G. P., Malvezzi J. M.* Opt. Comm., 10, 214 (1974).
9. *Papanyan V. O., Bertolotti M. J.* de Phys. (Paris), 47 (C6), 121 (1986).
10. *Мотт Н., Мессу Г.* Теория атомных столкновений. Изд. Мир, М., 1969, с. 581—584.
11. *Massey H. S. W., Burhop E. H. S., Gilbody H. B.* Electronic and Ionic Impact Phenomena, v. 3. Oxford, 1971, p. 1918 — 1922.
12. *Van-Tongeren H. J.* Appl. Phys., 45, 89 (1973).

ԲԱՆՈՒՄԱՅԻՆ ԼԱԶԵՐ ԱՐԳՈՆ-ՑԵՋԻՈՒՄ ԽԱՌՆՈՒԴՈՒՄ

Վ. Օ. ՊԱՊԱՆՅԱՆ

Հետև ուղարամանուշակագույն սպեկտրալ տիրույթի համար առաջարկվում է նոր լազերի սխեմա, հիմնված արգոնի զրգոված ատոմից ցեզիումի ատոմին էներգիայի քվադրոնգոնանսային բախումային փոխանցման վրա: Ցեզիումի ռադիացիոն կվարտետ-զուգընտ անցման շնորհիվ հնարավոր է գեներացիա 108նմ ալիքի երկարությւան վրա:

COLLISIONAL EUV LASER ON ARGON-CESIUM MIXTURE

V. O. PAPANYAN

A novel laser scheme in the extreme ultraviolet wavelength region is proposed based on the quasi-resonant collisional energy transfer from the excited state of argon to a cesium atom in the discharge. The generation at 108 nm wavelength is shown to be possible in quartet to doublet cesium radiation transfer.