

如果使用 X 射线泵浦,其波长 $\lambda < \lambda_{K\alpha}$, 则泵浦光强为

$$I_0 \simeq 7\pi \times 10^{-3} \times \frac{hc\Delta\nu\tau_{21}e^{4.3}\omega_2}{\sigma_a} \quad (9)$$

式中 σ_a 为工作物质吸收泵浦 X 光的吸收截面。

3. 原子的内壳层电子能级之间形成粒子数反转,相当于使高能级上的电子被形成的空位数大于低能级的空位数。所以,可以借助能级上的空位数随时间、空间的变化,来描写内壳层电子在能态之间的跃迁。由此求得对于谱线均匀加宽情形的饱和参数为:

$$I_s = \frac{2\pi^2 hc \Delta\nu}{\lambda^3} \cdot \frac{\tau_{21}}{\left(\frac{\omega_1 - \omega_{21} + \omega_2}{\omega_1 \omega_2}\right)} \quad (10)$$

对于 $K\alpha$ 谱线,当荧光产额 ≈ 1 时,有:

$$I_s \sim 2 \times 10^{10} z^4 \quad (\text{瓦/厘米}^2) \quad (11)$$

增益为:

$$G = \frac{1}{\phi} \frac{\partial}{\partial x} \phi = \sigma \frac{R_2/\omega_2 - (R_1 + R_2)/\omega_1}{1 + B_{21}g(\nu) \frac{n}{c} (I_+ + I_-) \left(\frac{\omega_1 - \omega_{21} + \omega_2}{\omega_1 \omega_2}\right)} \quad (12)$$

软 X 射线区粒子数反转的记录

卢仁祥 顾 援 毛楚生 田 莉

(中国科学院上海光机所)

Observation on the population inversion in the soft x-ray region

Lu Renxiang, Gu Yuan, Mao Cusheng, Tian Li

(Shanghai Institute of Optics and Fine Mechanics, Academia Sinica)

10¹¹ 瓦(100 微微秒)7 焦耳大功率激光轰击带 Cu 箔(8 微米厚)冷阱的 Mg 靶,所产生的 X 光线谱被狭缝缝宽为 35 微米的 TlAP 三合一晶体谱仪(针孔、积分及空间分辨线谱)所记录。

观察所摄的 X 光积分线谱,可知 Mg 的 1S4P-1S² 与 1S3P-1S² 线谱强度相近,计及窗口校正有 $\frac{I_3}{I_4} = 1.24$, 由于 $I_{nm} = 1.6 \times 10^{-19} A_{nm} N_n \Delta E_{nm}$ 及 $A_{nm} = 4.3 \times 10^7 \frac{g_n}{g_m} f_{nm} (\Delta E_{nm})^2$, 由此导出 Mg 类 He 离子 $n=4, 3$ 能级上集居数为 $\frac{N_4}{N_3} = 1.49$, 即在 1S4P-1S3P 之间建立了能级粒子数反转(发射波长为 155.5 Å)。

从所记录的 1S4P-1S² 与 1S3P-1S² 谱线强度峰值比随靶面距离 S 的变化,可见当 $S > 90$ 微米时, $I_{4\text{峰}} > I_{3\text{峰}}$ 。

再从 Mg 类 He 共振线 1S2P-1S² 强度随距离的变化来看,可以明显看出,在离靶面约 100 微米处,由于 Mg 等离子体与冷的铜等离子体会合, I_2 减小更快,而且谱线中央产生凹陷而分裂。