多光束共振光压作用下钠原子束的偏转

王育竹　周汝枋　周志尧　蔡惟泉　倪国权

（中国科学院上海光学精密机械研究所）

本文报导了钠原子束在共振光压作用下的偏转实验。这个实验的特点是利用多光束与钠原子束相互作用使原子束偏转。多光束是用两块平行的平面镜使入射激光多次反射形成的。平面镜表面与原子束约成6°角，当入射光束与原子束相互垂直时，反向反射光束与原子束约成78°角，正向反射光束仍与原子束垂直。用一台环型染料激光器的输出作为入射光束，并将其变为圆偏振光以消除光抽运效应。当激光频率调谐在钠原子的D_2线共振频率时，垂直光束与钠原子共振，而原子所感受到的反向反射光束的频率由于多普勒频移比钠原子共振吸收频率约偏低350MHz，不能与原子束相互作用。在垂直的多光束作用下原子束发生偏转。文中用激光诱导荧光及照相的方法观测了原子束的偏转，测得偏转角为1×10^{-2}rad，偏转量约为7.2mm。

本文对多光束作用下原子束的偏转进行了分析计算。若光束数为N_0，光束直径为d，垂直光束间距为l，原子束自由飞行区长度为L，则束的平均偏转量$\langle Z_N\rangle$为：

$$\langle Z_N\rangle=\frac{\hbar KdN_0}{2\tau mV^2}\left[\frac{l}{2}(1+N_0)+L\right],$$

其中$\hbar$为普朗克常数，K为传播常数，τ为原子激发态寿命，m为原子质量，V为原子速度。原子沿Z方向的分布为：

$$g(z)=\frac{\alpha^2}{\beta}\left(\frac{\beta}{\alpha^2 Z}\right)^3\exp\left(-\frac{\beta}{\alpha^2 Z}\right),$$

其中$\beta=\frac{\hbar KdN_0}{2\tau m}\left[\frac{l}{2}(1+N_0)+L\right]$，$\alpha$为最可几速度。

本文指出平面镜反射系统能充分利用激光能量，可大大降低激光偏转原子束实验中对激光功率的要求。该方法有可能应用于光压分离同位素的研究。