

共振光压作用下钠原子束的偏转

王育竹 黄振国

(中国科学院上海光机所) (中国科学院北京电子所)

Deflection of Na atomic beams under the action of resonant optical pressure

Wang Yuzhu

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

Huang Zhengguo

(Beijing Institute of Electronics, Academia Sinica)

本文报导了钠原子束在共振光压作用下的偏转实验及对实验结果的初步分析。

这个实验的特点是利用两块平面镜间来回反射的激光束所形成的多个光场与通过平面镜间的原子束相互作用,使原子束产生偏转。我们使平面镜与原子束成 11° 角,而入射光与原子束垂直,这时反射光束与原子束成 68° 夹角。若将激光频率调谐在钠原子的 D_2 线共振频率上 ($\lambda_L = 5890 \text{ \AA}$), 则垂直光束与钠原子共振,而反射光束由于多普勒频移,激光频率对于钠原子束的共振频率低 300 兆赫,因此反射光束不与原子束相互作用。在垂直光束的作用下,原子吸收光子在光的传播方向获得光子动量,而自发辐射各向同性,因而光子反冲动量平均为 0。因此原子束在光压作用下发生偏转。原子经 500 毫米的自由飞行后偏转距离约 1.5 毫米。由于采用激光诱发原子束荧光的方法观察,因而可以目视原子束偏转。文中报导了所用原子束装置及激光频率的监视系统。

文中还分析了原子束在多个光场作用下的偏转。若光场数为 N , 光束直径为 d , 原子自由飞行区为 l , 原子束的偏转距离为

$$Z_N = \frac{hNd l}{2\lambda M \tau_N V^2}$$

式中 h 为普朗克常数, λ 为激光波长, M 为原子质量, τ_N 为激发态寿命, V 为原子最可几速度。利用这个关系式和实验结果,初步分析了用原子束偏转方法测量原子激发态寿命的可能性。

文章最后指出利用平面镜光学系统可充分利用激光功率,这对于利用光压分离同位素研究是一个有用的激光与原子束相互作用的光学系统。