

摘要

對於原子物理的研究而言，鉍原子是其中相當重要的一個元素。在近年來許多關於宇稱不守恆與電子電偶極的研究中都利用鉍原子進行理論計算與實驗量測。如果能夠對於鉍原子的超精細光譜與原子結構能有更進一步的瞭解，將有助於提供理論計算的實驗依據。

本實驗量測鉍原子 $6P_{3/2} \rightarrow 6D_{5/2,3/2}$ 能階躍遷的螢光光譜、 $^{205}\text{Tl } 6P_{3/2}, F=2 \rightarrow 6D_{5/2}, F=3$ 的絕對頻率與研究鉍原子利用 $6P_{3/2} \rightarrow 6D_{5/2}$ 能階躍遷雷射冷卻之可能性。螢光光譜的量測是利用鈦藍寶石雷射所輸出的 755nm 與 704nm 的紅光經倍頻共振腔得到實驗需要的 377 nm 與 352 nm 的紫光，量得 $^{205}\text{Tl } 6D_{5/2}$ 能階的超精細能階分裂（hyperfine splitting）為 686 (16) MHz，其中 $F=2 \rightarrow F=3$ 的線寬（FWHM）為 46 MHz； $^{203}\text{Tl } 6D_{5/2}$ 能階的超精細能階分裂為 698 (21) MHz，其中 $F=2 \rightarrow F=3$ 的線寬（FWHM）為 60 MHz。絕對頻率的量測利用飛秒光頻梳首次量測到 ^{205}Tl 在 $6P_{3/2}, F=2 \rightarrow 6D_{5/2}, F=3$ 的能階躍遷絕對頻率值為 851634646 (56) MHz，這是第一次此能階躍遷絕對頻率被量測到。鉍原子雷射冷卻依照目前實驗室的光源狀況而言，效果可以把鉍原子從 12.7 m/s 減速至 12.1 m/s。

未來的工作在光譜部分除了量測出鉍原子在 $6P_{3/2} \rightarrow 6D_{3/2}$ 的能階躍遷光譜外，也將利用飛秒光頻梳量測 $6P_{3/2} \rightarrow 6D_{3/2}$ 的超精細能階躍遷。此外如果要進一步研究鉍原子雷射冷卻，則可空間掃描偵測鉍原子的粒子偵測器將是需要製作的儀器。

Abstract

The spectroscopy of atomic thallium $6P_{3/2} \rightarrow 6D_{5/2}$ transition has been observed by laser-induced fluorescence (LIF). The absolute frequency of atomic thallium (^{205}Tl) $6P_{3/2}$, $F=2 \rightarrow 6D_{5/2}$, $F=3$ transition has been measured for the first time to an uncertainty of 56 MHz using the femtosecond optical frequency comb and the measured absolute frequency of this transition is 851634646 (56) MHz. The possibility of laser cooling of atomic thallium has also been studied and the calculation shows that the velocity of atomic thallium could be decreased to 12.1 m/s.

