

ポジトロニウム超微細構造(Ps-HFS)

o-Psとp-Psのポジトロニウム超微細構造と呼ぶ. 値は203GHz (0.84 meV)



直接測定の概要



•203GHz 光によって o-Ps から p-Psへの誘導遷移を起こす. •遷移した p-Ps は即座(125 ps)に 2つのガンマ線に崩壊する. → 2光子崩壊率の上昇を測定することで直接遷移をプローブ. •磁気双極子遷移(M1)で遷移確率が極めて小さい (A = 3×10⁻⁸ s⁻¹)ため 遷移を起こすためには非常に大きなパワー(10kW以上)が必要不可欠. →Ps-HFS (203GHz) はミリ波領域であり技術開発が遅れていた ミリ波技術の開発により初のPs-HFS直接測定を目指す 3

これまでの成果 (202.9 GHz1点での遷移確認)

Phys. Rev. Lett. 108, 253401 (2012) あるいは arXiv:1204.1129



Ps-HFSの測定計画

遷移曲線の中心値であるPs-HFSを測定するためには以下が必要 •203GHzの周囲で周波数をスイープ

•205GHz等の裾も遷移させるためにさらなるハイパワー(>20kW)



現在ミリ波光学系の最適化を研究しており,上記の目標を達成できれ ば半年ほどの測定で右上のような遷移曲線を測定できる見積である. →世界初のPs-HFS直接測定ができる



•核融合点火光源として開 発されてきた非常にハイパ ワーなミリ波光源

•磁場中で(7.4T)サイクロト ロン運動する電子ビームと. 磁場内部に設置された cavityとの相互作用により, ミリ波が発振(サイクロトロン メーザー共鳴)

•内蔵コンバーターにより直 線偏光ガウシアンビームが 出力

•100W以上の単色(1MHz) 直線偏光ミリ波が得られる



水負荷を用いた測定により,最大瞬間200-500Wのパワーを確認.現在は 100Wを超える安定パワー出力に成功している.安定に200W以上のパワー を出すために加速電圧を上げたり,磁石のアライメントを調整する予定. 7

Fabry-Pérot cavity (10kWの場合)



width=200µm, gap=160µm Thickness=1µm

R = 99.3%, T = 0.5% (FEM simulation)

> ピエゾステージ *O*(100nm)の精度で 共振器長を制御



20kW以上のFabry-Pérot cavity

20kWを超えるハイパワーの共振がおきると 石英基板の熱伝導率が悪いためAuメッシュが溶ける **>ミリ波を透過し,かつ熱伝導率の高い基板**が必要 我々は新しい基板としてシリコンに注目



問題点:シリコンのミリ波屈折率は高いため共振に干渉する

物質	誘電率	屈折率	熱伝導率 [W/Km]			
石英ガラス	3.78	1.94	5			
シリコン	11.9	3.45	148	空气	Si	金メッシュ

電磁場シミュレータ(CST MW Studio)を用いて干渉計算を行いパラメタ設計 実験で石英基板に近い共振を確認したので,冷却効率の評価を行う予定

まとめ

- ポジトロニウム超微細構造の値は理論と実験で3.9σ
 のずれがある
- 我々はミリ波技術開発によってポジトロニウム超微細 構造を直接遷移で測定する
- 202.9GHzー点における直接遷移の初観測に成功し, 期待通りの遷移を得た
- ・ 超微細構造を測定するために, 周波数を変化させこと ができるハイパワーの光学系を研究している
- 本実験に向けて特に光学系の安定性の観点から試験を進めている
- 試験完了しだい半年程度の実験でポジトロニウム超 微細構造が初めて直接測定できる見込みである