パルス磁石と高フィネス共振器 を用いた真空複屈折の探索 Ⅱ

<u>上岡修星</u>、樊星、稲田聡明^A、山崎高幸^A、難波俊雄^A、浅井祥仁 大間知潤子、吉岡孝高^B、五神真、 松尾晶^c、金道浩一^c、野尻浩之^D

東大理,東大素セ^A、東大工^B、東大物性研^C、東北大金研^D





目次

- 本講演は連続講演の後半
- 以下の内容について報告する
 - 窒素測定による装置の動作確認
 - 真空における測定
 - 次回測定に向けた改善と現状
 - まとめ

N₂を用いた動作確認

- 組み上げた装置を使って昨年12月にテスト実験として窒素ガスの偏光変化測定を行った。
- 窒素ガスも磁場に起因した偏光変化を生む
 - 1. 複屈折 (Cotton-mouton効果) ∝ B²
 - 2. 偏光回転 (Faraday回転) ∝ B
- これらを測定することで装置の動作確認が行える

<u>測定時のステータス</u> 磁石 B = 9T, L_B = 0.2m, 0.15Hz Fabry Dérot 世振哭 F ~ 250,000, 20000

• Fabry-Pérot 共振器 F~350,000, 30µW

N2測定:測定されたデータ

- チャンバー、磁石内を窒素ガスで満たし磁場を印加し各所での光量を測定した
- 正負それぞれの磁場におけるデータを取得

結果 N₂ 200Pa



N₂測定: データ解析

- 符号の異なる磁場を印加できることを利用して、偏光回転 (∝B)と複屈折(∝B²)を分離できる
- 正負磁場における測定値を用いて計算した2つの波形を同時に磁場でfitすることでそれぞれの効果の大きさを求めた。



N₂測定:解析結果

- ガスの複屈折k_{CM}、偏光回転量k_Fはガス圧に依存するため、異なる圧力下で同様の測定を行った。
- ・測定結果を圧力の一次関数でfitし最終的な結果を 得た。



N₂測定:理論値との比較

- 複屈折、偏光回転ともに温度依存性を示す。
- 今回の結果を理論値と比較した



100k以下の低温でのガスの偏光変化の測定は過去に例がない。 理論、実験の双方から結果の妥当性を検証中。

真空複屈折測定

- 同様のセットアップで、磁石内を真空に引いた状態で磁場を 印加、偏光の変化を測定した
- 正負双方の磁場を100発ずつを印加



真空複屈折測定:解析

- 各パルスごとに偏光変化を $P_0 + P_1 \times B^2$ でfitした。
- P₁の分布から真空複屈折の大きさk_{CM}を推定する



真空複屈折測定: 未知粒子への制限

・ 得られたk_{cm}の上限値、未知粒子との相互作用長、 レーザー波長等から未知粒子への制限に焼き直す



次回測定に向けて: 概観

- ・今回の測定結果とQED理論値は~5桁の乖離
- 今後の共振器、磁石の改良が必須
- 1. 共振器
 - 透過光量を~30uWから数mWに
 - フィネス 650,000
 - 強度ゆらぎの低減
- 2. 磁石
 - 磁石の巻線をAg-Cu線に変更して15Tを目指す 並べる磁石の数自体を4倍に 並べる磁石の数自体を4倍に
- 3. 全体
 - 数ヶ月の長期測定に対応できるシステム作り ×135倍

改善後は予定どおり3ヶ月の測定で

QED理論値に到達できる



次回測定に向けて: 共振器のアップグレート

- ・ 測定終了後、共振器の改良を行った。
- フィードバックを改善し出力強度を約2桁増やしながらも相対 強度ゆらぎを200Hz以下の領域で約1桁落とすした
- フィネスも670,000を達成済み



同じ測定時間でも 感度が約**2桁**上がる????

学会終わったら さっさと磁石打ちます。 乞うご期待 (間に合わなくてすいません)

まとめ

- テスト実験として現状の磁石と共振器を組み合わせて窒素ガス、真空それぞれの複屈折を測定した。
- ・ 窒素では過去に例のない低温での測定となった。理 論、実験の双方で今後検証していく
- 真空の複屈折測定では、優位なシグナルは見つからずQED理論値の5桁上に制限をつけた。
- ・ 感度を上げるための共振器単体のアップグレードは 終了した。装置が組み上がり次第、第二回測定を行 う予定である。