

РЕФЕРАТ НА ТЕМУ

Коллаборация JEDI:
В ПОИСКЕ ЭЛЕКТРИЧЕСКОГО ДИПОЛЬНОГО МОМЕНТА ЧАСТИЦ

Аспирант _____	А.Е. Аксентьев
Научный руководитель: Доц., к.ф.-м.н. _____	группа А15-202
	С.М. Полозов

Содержание

1	Финансирование	2
2	Логистика, организация, список заданий [4]	2
3	Поиск ЭДМ в накопительном кольце	3
4	Накопительные кольца для поиска дейтронного ЭДМ	3
4.1	FS кольцо	3
4.1.1	Концепция эксперимента	3
4.1.2	Структура ускорителя	3
4.1.3	Декогеренция спина	3
4.1.4	Систематические ошибки	5
4.2	QFS кольцо	5
4.2.1	Концепция эксперимента	5
4.2.2	Структура ускорителя	5
4.2.3	Калибровка	5

Введение

JEDI-коллорабация (Jülich Electric Dipole Moment Investigations) была создана в 2011 году с целью провести долгосрочный проект по измерению электрического дипольного момента (ЭДМ) заряженных частиц в накопительном кольце. На текущий момент, коллорабация базируется на синхротроне COSY (Institut für Kernphysik, Forschungszentrum Jülich, Юлих, Германия), где разрабатывает концептуальный дизайн накопительного кольца для поиска дейтронного ЭДМ.

Зачем искать ЭДМ.

- Барионная асимметрия вселенной;
- Условия Сахарова;
- Связь ЭДМ с нарушениями P-,T-симметрий
- Предсказания Стандартной Модели о величине ЭДМ;
- Если действительно найдём ЭДМ больше, чем предсказывает СМ, то значит нашли физику за её пределами.

Поиск ЭДМ — это мегазадача, над которой работает множество исследовательских групп по всему миру. В частности, в JEDI коллорабации участвуют, среди прочих, исследователи из: CERN, Петербургского Института Ядерной Физики (Гатчина, Россия), Brookhaven National Laboratory (Аптон, Нью-Йорк, США), IKP Forschungszentrum Jülich (Юлих, Германия), LPSC (Гренобль Франция), Istituto Nazionale di Fisica Nucleare (Феррара, Италия). [6]



Рис. 1: COLer SYnchrotron COSY в Исследовательском центре “Юлих.”

1 Финансирование

В 2010 году директор Института Ядерной Физики (ИКР) Исследовательского центра “Юлих,” профессор Ганс Штрёер получил грант от Европейского совета по научным исследованиям (European Research Council) на исследование возможности поляризации антипротонов. [2] Эти деньги были использованы на COSY для разработки и подтверждения работоспособности метода поляризации на протонах, чтобы в дальнейшем перенести эту методологию в CERN, на эксперименты с антипротонами.

В начале 2016 года, ERC выдал грант на пять лет (начиная с октября 2016) Юлихской группе (в лице доктора Штрёера), для дальнейших исследований в области Барионной Асимметрии вселенной. [3] Этот грант будет поддерживать также группы из Рейнско-Вестфальского Технического Университета Аахена (RWTH Aachen) в Германии, и Университета Феррары в Италии. Грант составляет 2.4 миллиарда евро.

2 Логистика, организация, список заданий [4]

Стоящие перед коллорабацией задачи можно разделить по следующим группам:

- Организация:
 1. Управление;
- Первые прямые наблюдения протонного и дейтронного ЭДМ на COSY:
 1. Изучение времени когеренции спина на COSY;
 2. Прямые наблюдения протонного и дейтронного ЭДМ с использованием RF-E флиппера;
- Поляриметрия:

- 1. Разработка поляриметра;
- Тренинг спина:
 - 1. Разработка программ-трекеров спина на основе пакета программ COSY Infinity; бенчмаркинг;
- Систематические ошибки:
 - 1. Изучение систематических ошибок;
- Техническая разработка:
 - 1. Разработка системы RF-E флиппера;
 - 2. Разработка детекторов позиции пучка;
- Теория:
 - 1. Теоретические исследования.

Управление Управляющий совет состоит из

Исполнительный совет коллаборации состоит из: Hans Ströher (председатель, директор ИКР-2); Andreas Lerach, Jörg Pretz, Frank Rathmann (публичные представители); Volker Hejny (координатор по анализу данных); Alexander Nass (технический координатор).

На сегодняшний день, коллаборация насчитывает 132 члена.

3 Поиск ЭДМ в накопительном кольце

Мегазадача требует мегаустановку, для своего решения. Как искать ЭДМ с помощью накопительного кольца.

- Что такое накопительное кольцо;
- Уравнение T-BMT;

short: Условие заморозки спина => концепция Frozen Spin (BNL proposal [7]);

short: Незначительное ослабление полезного сигнала при релаксации FS условия => концепция Quasi-frozen Spin (Сеничев [8]);

summary: Четыре фундаментальные концепции поиска ЭДМ в неидеальном накопительном кольце.

4 Накопительные кольца для поиска дейтронного ЭДМ

4.1 FS кольцо

4.1.1 Концепция эксперимента

Измеряем рост вертикальной компоненты поляризации за 1000 секунд.

4.1.2 Структура ускорителя

4.1.3 Декогеренция спина

Ограничивает время измерения => нужно достичь 1000 секунд. Методы борьбы.

4.1.4 Систематические ошибки

4.2 QFS кольцо

4.2.1 Концепция эксперимента

Фитируем сигнал, оцениваем частоту.

4.2.2 Структура ускорителя

Два варианта структуры.

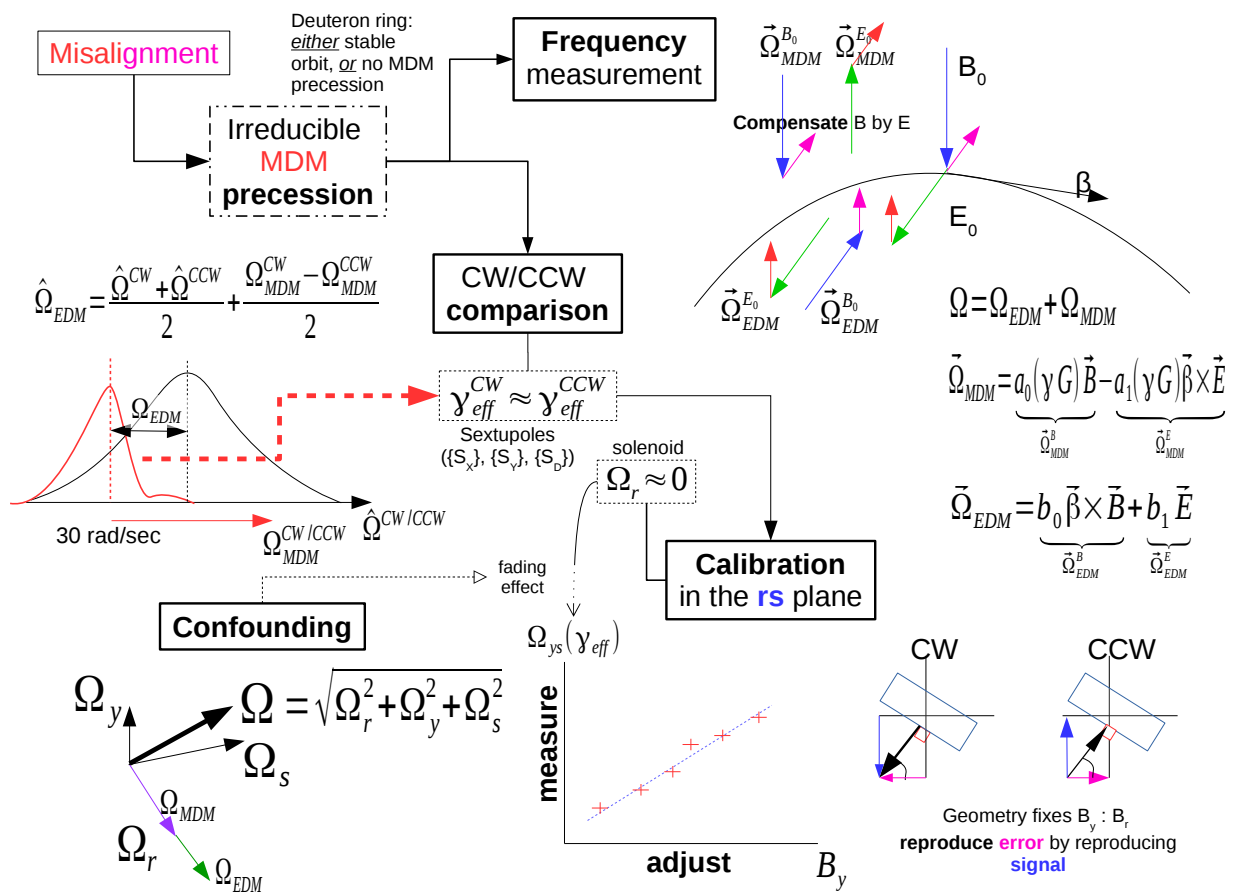


Рис. 2: Четыре концепции.

4.2.3 Калибровка

Не подавляем МДМ прецессию спина => сравнение CW/CCW частот => калибровка. Как производится калибровка магнитного поля.

Заключение

На данный момент, в исследовательской программе CERN планируется пауза на десять лет [в связи с анализом данных по Хиггсу?]. В связи с этим рассматривается список задач фундаментальной физики, которыми можно было бы заняться в это время. Среди приоритетных задач этого списка — поиск ЭДМ.

Поскольку протонное кольцо можно сделать полностью электростатическим (позволяет величина G), в то время как дейтронное принципиально требует магнитные элементы, если ЦЕРН решит заняться поиском ЭДМ, вероятнее всего будет построено протонное кольцо.

Список литературы

- [1] Institute for Nuclear Physics, IKP-2: Experimental Hadron Dynamics. http://www.fz-juelich.de/ikp/ikp-2/EN/Forschung/JEDI/_node.html
- [2] Ströher, H. Пресс-конференция. <https://www.fz-juelich.de/SharedDocs/Videos/PORTAL/EN/erc/erc-grant-stroeher.html>
- [3] Lenisa, P., Pretz, J., Ströher, H. (2016). Storage ring steps up search for electric dipole moments. *CERN Courier*. <http://cerncourier.com/cws/article/cern/65816>
- [4] Rathmann, F. Application for an ERC Advanced Grant 2012. http://collaborations.fz-juelich.de/ikp/jedi/public_files/proposals/merged_document.pdf
- [5] Ströher, H., Search for Electric Dipole Moments using Storage Rings, Horizon 2020 proposal, Excellence Science Call: ERC-2015-AdG. http://collaborations.fz-juelich.de/ikp/jedi/public_files/proposals/Proposal-SEP-210276270.pdf
- [6] JEDI Collaboration. <http://collaborations.fz-juelich.de/ikp/jedi/index.shtml>
- [7] D. Anastassopoulos, V. Anastassopoulos, D. Babusci. AGS Proposal: Search for a permanent electric dipole moment of the deuteron nucleus at the $10^{-29} e \cdot cm$ level. [Internet]. BNL; 2008 [cited 2016 Nov 25]. Available from: https://www.bnl.gov/edm/files/pdf/deuteron_proposal_080423_final.pdf
- [8] Yuriy Senichev. Search for the Charged Particle Electric Dipole Moments in Storage Rings. In: 25th Russian Particle Accelerator Conf(RuPAC'16), St Petersburg, Russia, November 21-25, 2016 [Internet]. JACOW, Geneva, Switzerland; 2017 [cited 2017 Apr 5]. p. 6–10. Available from: <http://accelconf.web.cern.ch/AccelConf/rupac2016/papers/mozmh03.pdf>