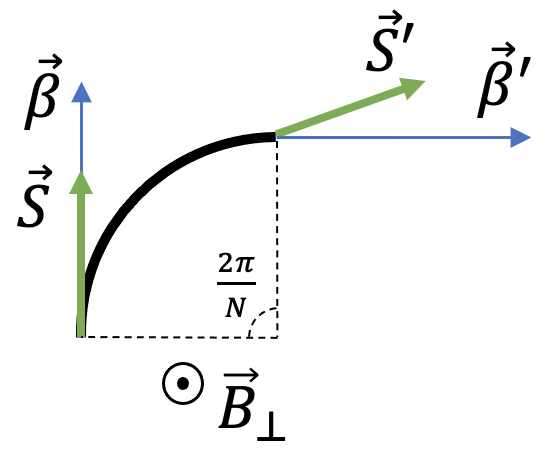
**Рассмотрение «квази-замороженной» структуры с фильтром Вина**

**и с электростатическим дефлектором для дейтрона и протона.**

# Магнитная арка

 Вращение в дипольном магните происходит под действием поперечного магнитного поля, при этом поворачивая как вектор импульса на ( – количество периодов, магнитных арок), так и вектор спина. Поворот спина, относительно спина происходит пропорционально . Для дейтрона, как показано на рисунке.

# Электростатический дефлектор

Ранее было получено.

Для орбитального вращения в электрическом поле.

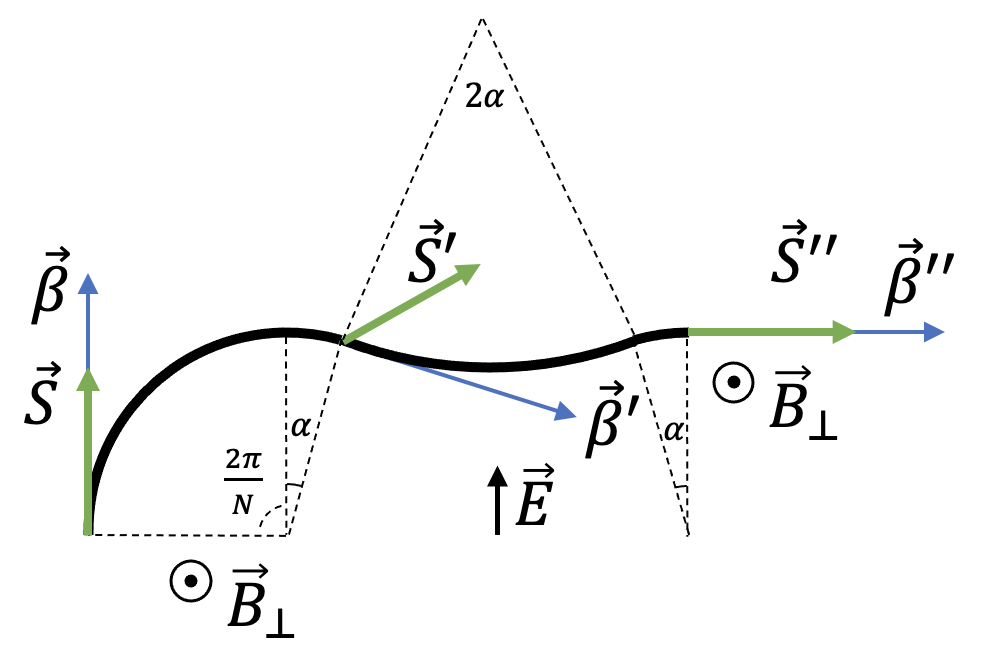
Рассмотрим простейший случай одного периода. На рис. изображено поведения спин-вектора для дейтрона при последовательном действии сначала магнитной арки, киккера, электростатической арки с отрицательной кривизной и киккера. В отсутствии электростатических дефлекторов, вращение импульса в магнитной арке происходит на . При необходимости введения электростатической арки с отрицательной кривизной , магнитные арки должны дополнительно поворачивать на угол , при помощи киккеров , который будет в последствии скомпенсирован поворотом в электростатической арке. Окончательно, импульс, после прохождения периода, будет повернут на

Спин-вектор в магнитной арке совершит отклонение в магнитном поле . В электростатической арке .

Отдельно для спинового движения, в киккерах и дефлекторе

Условие сохранения ориентации спин-вектора, то есть условие «квази-замороженности» можно записать в виде

Тогда из (6)-(7)

**

# Фильтр Вина

Рассмотрим движение в прямом фильтре Вина. Ключевое условие – равенство нулю силе Лоренца, таким образом фильтр Вина не отклоняет орбитальное движение.

Стоит отметить, при этом выполняется равенство магнитного и электростатического абсолютных радиусов и для углов поворота

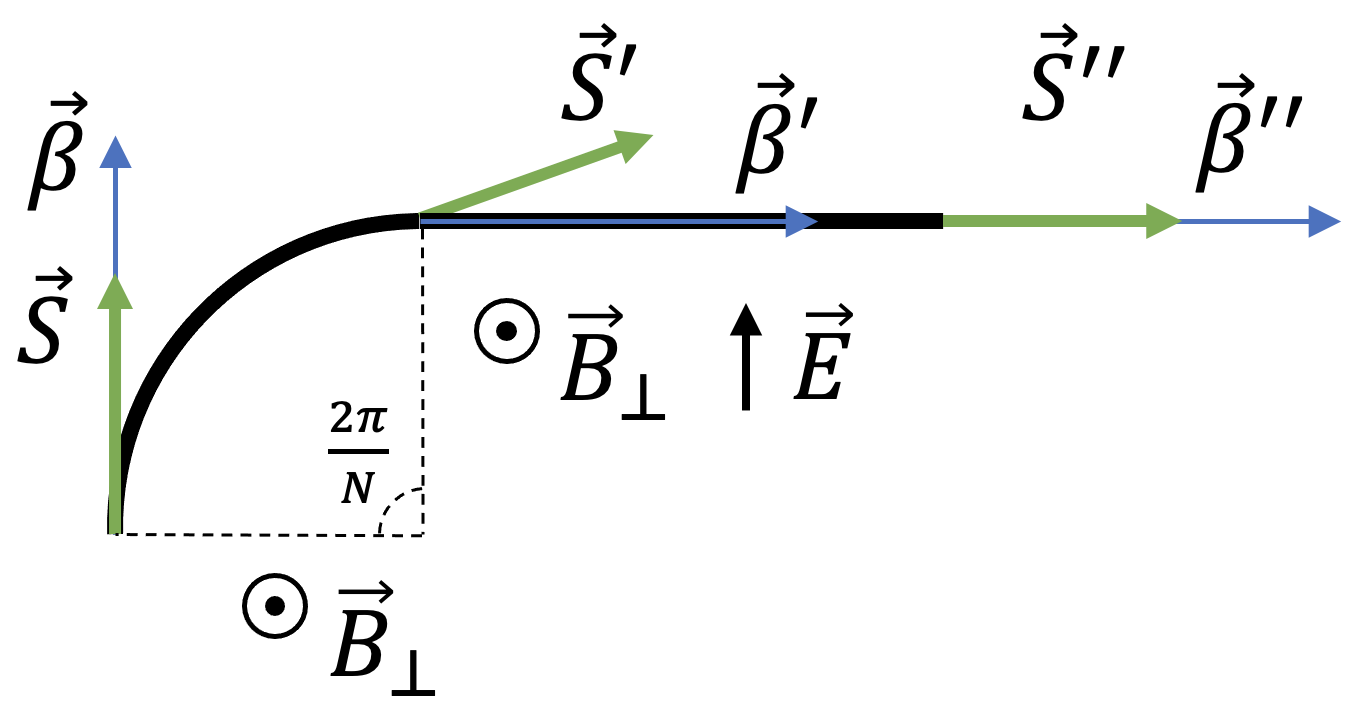
Поскольку импульс в фильтре Вина остается неизменным, то результирующее вращение спина может быть удобно рассмотрено как в абсолютной системе, так и относительной. При этом необходимо подавить вращение от магнитной арки .

Таким образом условие «квази-замороженности» может быть записано аналогично ур. (7) как

Для сравнения, сделаем это в обоих.

Для спинового движения в фильтре Вина под действием МДМ выполняется

Также спиновое движение может быть рассмотрено и относительно. Тогда

**Выражения (6) и (15) дают идентичный поворот. Более того, совпадают в уравнением   
А значит и для угла поворота в фильтре Вина.

Для дейтрона энергия составляет 270 МэВ на сгусток и 135 МэВ/нуклон (), тогда . То есть отклонение одним кикерром на альтернативный участок составляет .

# Длина элемента

Радиус кривизны элемента с электрическим и магнитным полем может быть найден как

Где – магнитная жесткость, , – электрическая жесткость.

Поскольку для фильтра Вина , то и радиусы кривизны связаны . И для выбора радиуса достаточно определить либо магнитное поле, либо электрическое. Более строгое ограничение дается на электрическое поле МВ/м.

Для нахождения длины

Для минимальной длины в периодической структуре

Численно для дейтрона в восьмипериодической структуре на энергии 270 МэВ () и максимального поля МВ/м ( мТ)

Суммарная длина для всей структуры

# Для протона

Если рассмотреть вывод формулы (16), то всюду учитывалось, что введенные углы могут иметь как положительный, так и отрицательный знак. Таким образом могут быть использованы как для рассмотрения дейтрона, так и протона.

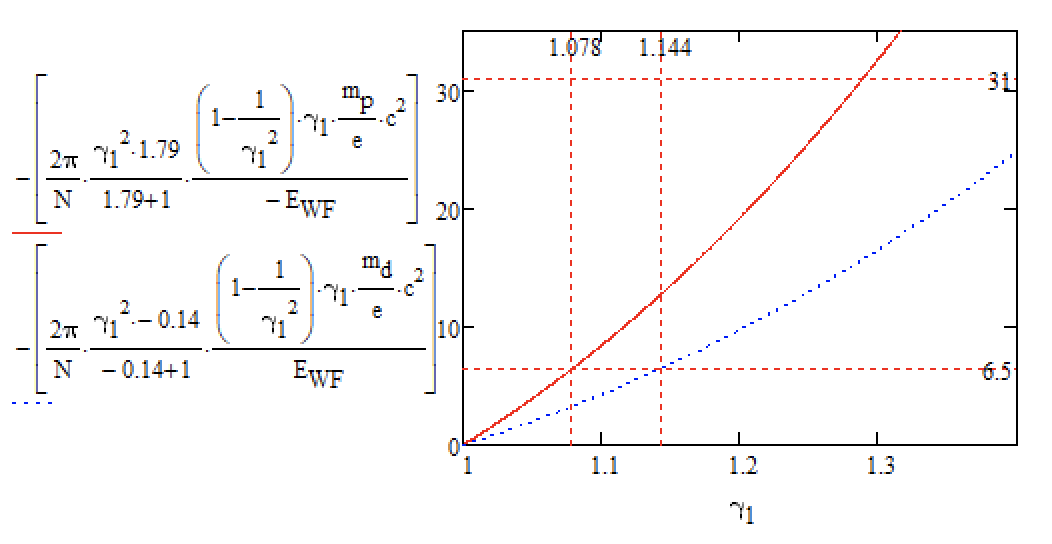
Для протона необходимо учесть, что , а энергия 270 МэВ (), тогда (что больше поворота в магнитной арке ). То есть магнитное поле как в дефлекторе, так и фильтре Вина должно иметь отрицательную кривизну, а электростатическое поле – положительную соответственно.

Оценим минимальную длину фильтра Вина для одного периода по формуле (21) для протона (, ) при электрическом поле (знак ‘минус’ отражает тот факт, что направление поля противоположно для протона). Аналогично для электростатического дефлектора.

# Комбинированная структура

Как видно из рассмотренных структур, изучение одновременно ЭДМ дейтрона и протона в структуре с электростатическими дефлекторами не целесообразно по сравнению со структурой с использованием фильтров Вина. Во-первых, требуемая длина дефлекторов равна длине фильтров Вина, но в первом случае необходимы дополнительные киккеры. Во-вторых, кривизна дефлекторов для протонов и дейтронов имеет различный знак. В тоже время, фильтры Вина устанавливаются на прямой участок и не требуют альтернативного канала. А для изучения протонов фильтры Вина могут быть повернуты на 180 градусов относительно оси.

Стоит отметить также, что при общей длине фильтров Вина в 52 м (6.5 м на период), компенсация МДМ компоненты происходит для дейтрона при энергии 270 МэВ на сгусток и 135 МэВ/нуклон (). Для протона при той же длине в 52 м, полная компенсация будет происходить только при энергии 73 МэВ (). Такой подход поможет наработать опыт при изучении ЭДМ протона и являться обоснованием для дальнейших исследований.



# Заключение

Рассмотрена «квази-замороженная» структура с электростатическими дефлекторами и фильтрами Вина. Показано, что для компенсации отклонения спина в магнитной арке, должны быть использованы элементы, отклоняющие на одинаковый угол, то есть с одинаковой кривизной как электрического, так и магнитного полей. При этом тип отклоняющего элемента не имеет значения, это может быть как фильтр Вина, так и электростатический дефлектор. Таким образом, при неизменной магнитной арке, длина фильтра Вина окажется меньше на суммарную длину киккеров, так как в нём совмещены функции электростатического дефлектора и киккера в один элемент. Отдельно для протонов показано, длина компенсирующих элементов больше длины магнитной арки. И для исследования протонов может быть использована та же структура, но с повёрнутыми на 180 градусов фильтрами Вина при меньшей энергии.