1) Здравствуйте!

Тема моей презентации ”**Измерение ионизационных выходов ядер отдачи в жидком аргоне методом рассеяния нейтронов**”

0:00 – 0:15

2) В 2010 году эксперимент DAMA/LIBRA наблюдал годовую модуляцию потока регистрируемых частиц, предположительно частиц темной материи (вимпов) с массой порядка 10 ГэВ. Эксперименты CoGeNT и  [CRESST](https://ru.wikipedia.org/wiki/CRESST) также сообщают о регистрации нескольких событий, интерпретируемых как вимпы с массой 10 ГэВ.

Однако во множестве других экспериментов в том же диапазоне энергий, но основанных на жидких благородных газах, результат оказался отрицательный.

Чтобы разрешить эту ситуацию, необходимо, во-первых, набрать достаточную статистику. Во-вторых, необходима достоверная калибровка энергетической шкалы для ядер отдачи.

0:15 – 1:00

3) Экономически целесообразно реализовать масштабируемый детектор можно только на жидком благородном газе Ar.

Однако для него, в отличии от более дорогого и хорошо откалиброванного Xe, практически отсутствуют точные калибровки при криогенных температурах.

Тем не менее, в Итальянской лаборатории Гранд-Сассо планируют последовательно реализовать детекторы темной материи с самой большой массой жидкого аргона в мире: 20, 100 и 200 тонн.

В этой связи актуальной является задача калибровки детекторов темной материи на аргоне, особенно в области низких энергий ядер отдачи – менее 10 кэВ.

1:00 – 1:50

4) Существует три канала потерь энергии в веществе: на свет, на ионизацию и на тепло(образование фононов).

В детекторах на основе жидких благородных газов измеряют свет и ионизацию.

Обычно используют двухфазный детектор, т.к. в жидкой фазе вероятность частице провзаимодействовать значительно выше, чем в газе, а в газовой фазе легко добиться усиления.

Тема моей работы заключается в калибровке одного из каналов - ионизационного.

Калибровка осуществляется с помощью рассеяния нейтронов, т.к. упругое рассеяние нейтронов на ядрах приводит к образования ядер отдачи, идеально имитируя сигнал от вимпов.

Взаимодействие частицы в жидкой фазе производит первичную сцинтилляцию (S1) и ионизацию.

Электроны дрейфуют от места взаимодействия под действием электрического поля и вытягиваются в газ, где они порождают вторичную сцинтилляцию (S2) в результате электролюминесценции.

Ионизационный выход – это отношение числа электронов, избежавших рекомбинации с положительными ионами (ne) и энергии, выделенной ядром отдачи (E).

1:50 – 3:00

5) Наша экспериментальная установка содержит вакуумно-изолированную 9-л двухфазную криогенную камеру заполненную 2.5 жидкого аргона.

Сборка с электролюминесцентным зазором расположена внутри криогенной камеры, а нейтронный генератор расположен под ней.

В течении каждой процедуры сжижения аргон очищается от электроотрицательных примесей фильтром Oxisorb, обеспечивая время жизни электронов в жидкости более 100 мкс.

3:00 – 3:30

6) Криогенная камера содержит катод, два полеформирующих электрода, THGEM0, погруже’нный в жидкий аргон, и THGEM1, расположенный в газовой фазе.

Электролюминесцентный зазор формируется поверхностью жидкости и THGEM1.

3:30 – 4:00

7) Первичный ионизационный заряд в жидком аргоне был вызван либо 60 кэВ фотоном от источника 241Am или 2.45 MeV нейтроном от генератора нейтронов.

На левой картинке показана типичная осциллограмма с исходным сигналом и интегральным спектром от изотопа Am.

На правой картинке показаны интегральные спектры для заходов с Am, нейтронами и спектр для фонового захода.

4:00 – 4:30

8) Чтобы измерить ионизационный выход мы вычли вклад фона из данных, полученных в заходе с нейтронами (результат на верхней левой картинке).

После этого мы вычли вклад гамма подложки, вызванной радиационным захватом в окружающих материалах (результат на нижней левой картинке).

Наконец, интеграл сигнала в нейтронном заходе был нормирован на 60 кэВ пик и мы нашли конечную точку спектра в числе ne (т.е. числе электронов, избежавших рекомбинации с позитивными ионами).

Теоретический спектр (красная кривая на правой картинке) был свернут с функцией энергетического разрешения (черная кривая – это результат свертки).

Ионизационный выход был найден как отношение конечных точек спектра в эксперименте и теории.

4:30 – 5:50

9) На графике представлен ионизационный выход ядер отдачи как функция электрического поля для двух наборов данных:

Квадрат для предыдущих данных, полученных в 2014 и круги для текущих данных.

Систематическая ошибка является доминирующей и возникает из-за использования ионизационных выходов электронов отдачи для калибровки.

Данные хорошо описываются моделью Jaffe со свободным параметром kb.

Полученное значение параметра согласуется с другим экспериментом, выполненным группой Бернштейна, в котором это значение составило 1.35.

5:50 – 6:50

10) Объединяя все доступные данные по ионизационным выходам ядер отдачи в жидком аргоне и экстраполируя данные к общему, наиболее близкому полю 0.56 кВ/см, мы обнаружили немонотонность ионизационного выхода (график слева).

Подобная немонотонность характерна для электронов отдачи, как в жидком Xe, так и Ar (график справа приведен для Ar), однако для ядер отдачи в Xe зависимость является монотонной.

Чтобы детальнее изучить данный эффект и произвести калибровку для ядер отдачи низкой энергии, мы планируем измерить ионизационный выход в жидком аргоне для энергий ниже 233 кэВ, используя двойное рассеяние нейтронов.

На данный момент ведутся подготовительные работы по улучшению светосбора детектора, отладке системы сбора данных и пересборке детектора с нашей стороны,

и починке и увеличению выхода нейтронного генератора подразделением кафедры физики плазмы.

6:50 – 8:00

11) Подводя итоги, я хотел бы отметить, что

- Мы измерили ионизационные выходы ядер отдачи в жидком аргоне методом рассеяния нейтронов в новом диапазоне электрических полей.

- Полученные данные в рамках модели Jaffe согласуются с нашим предыдущим измерением и другими экспериментами.

- Объединение и экстраполяция всех доступных на данный момент данных по ионизационному выходу ядер отдачи в жидком аргоне указывает на существование минимума по шкале энергии.

- Данные исследования особенно актуальны для новых масштабных экспериментов по поиску темной материи, в частности для коллаборации DarkSide.

8:00 – 9:00