

ОБРАЗОВАНИЕ C^{11} ПРИ ЯДЕРНЫХ РЕАКЦИЯХ π^- -МЕЗОНОВ С КИСЛОРОДОМ И АЗОТОМ *)

Образование радиоактивных изотопов в результате ядерных реакций широко используется для регистрации всевозможных излучений. В частности, для регистрации нейтронов, протонов и других частиц высоких энергий используется процесс выбивания нейтронов из ядер C^{12} с образованием β^+ -активного изотопа C^{11} (период полураспада 20,5 мин., максимальная энергия β^+ -спектра около 1 $M\text{эв}$). Недавно показано, что этот изотоп образуется и при ядерных реакциях π^- -мезонов с ядрами кислорода и азота. Таким образом, впервые взаимодействие π^- -мезонов с ядрами регистрировалось по образованию в результате такого взаимодействия радиоактивных продуктов (т. е. применён метод радиохимической индикации π -мезонов).

Уравнения реакций, приводящих к образованию C^{11} , имеют вид:

$O^{16} (\pi^-; p, 4n) C^{11}$ и (или) $O^{16} (\pi^-; 5n) N^{11} \xrightarrow{\beta^+} C^{11} N^{14} (\pi^-; 3n) C^{11}$.
 Отрицательные π -мезоны получались на синхроциклотроне в результате бомбардировки внутренней мишени протонами с энергией 450 $M\text{эв}$. Направленные вперёд мезоны выходили из камеры синхроциклотрона че-

*) A. Turkovich a. J. B. Niday, Phys. Rev. 84, 1253 (1951).

рез тонкое люситовое окно. Специальный канал в железной защитной стене (толщиной 180 см) пропускал лишь мезоны с энергиями 140—150 Мэв. После прохождения канала мезоны отклонялись на угол 45° магнитным полем. В конце своего пути мезоны проходили через два жидкостных счётника сцинтиляций, включённых по схеме совпадений. При изменении величины магнитного поля от значения, соответствующего отклонению на 45° мезонов с энергией 145 Мэв, скорость счёта совпадений уменьшалась примерно в 50 раз, что подтверждает моноэнергетичность пучка мезонов. Специальные измерения скорости частиц, идущих в пучке, с помощью счётчика, основанного на эффекте Черенкова, подтвердили, что 94±4% частиц в пучке являлись π -мезонами (6±4%) μ -мезонов и менее 1% электронов.

Облучаемые образцы размещались в специальной железной защите толщиной 30 см между магнитом, отклоняющим π -мезоны, и счётчиками сцинтиляций. Образцы представляли собой стеклянные сосуды диаметром 10 см и объёмом около 4 литров, заполненные подкисленной водой или насыщенным раствором NH_4NO_3 (при $\text{pH} \approx 3,5$), с небольшими добавками NaHCO_3 . Во всех случаях пробег ядерного взаимодействия π -мезонов сильно превышал их ионизационные пробеги. Лишь около $1/3$ мезонов вступало в ядерное взаимодействие до замедления, остальные мезоны реагировали уже после остановки.

После облучения радиоуглерод в форме CO и CO_2 вытеснялся из растворов инертными газами, пропускался через нагретую окись меди для полного окисления в CO_2 и поглощался в разбавленном растворе едкого натра. Затем углерод осаждался в виде CaCO_3 , и активность осадка определялась с помощью гейгеровских счётчиков.

Для определения фона образования C^{11} за счёт действия нейтронов высокой энергии производились опыты при выключенном магнитном поле, отклоняющем мезоны, т. е. в условиях, когда π -мезоны не попадали на образец. Отношение фонового эффекта к суммарному не превышало 10%.

Типовые опыты продолжались примерно по 40 минут, причём число проходящих через образец π^- -мезонов не превышало 2000 в секунду. Активность C^{11} , приведённая к моменту окончания облучения и к бесконечному облучению, составляла около 100—150 импульсов/мин. при облучении воды и около 200—300 импульсов/мин. при облучении NH_4NO_3 , т. е. была вполне достаточной для измерений.

Учтя поглощение позитронов распада C^{11} в самих образцах CaCO_3 и геометрическую эффективность счётной системы, авторы пришли к выводу, что процент образования C^{11} при взаимодействии π^- -мезонов с водой составляет $1,9 \pm 0,4$, а с NH_4NO_3 — $3,6 \pm 0,6$. Таким образом, вероятность образования C^{11} при взаимодействии $\pi^- + \text{O}^{16}$ близка к 2%, а при взаимодействии $\pi^- + \text{N}^{14}$, если учесть относительно малую атомную концентрацию азота в насыщенном растворе NH_4NO_3 , примерно в 4 раза выше.

Г. И.