

Модификация активационного метода для астрофизических измерений S-факторов

Махмудов С.К., Руми Р.Ф., Халиков Р.И., Холбаев И., Эржигитов Ж.,
Эшкobilов Ш.Х.

Национальный университет Узбекистана им.М.Улугбека, Ташкент

Артемов С.В., Караходжаев А.А., Тожибаев О.Р., Эргашев Ф.Х.
Институт ядерной физики АН РУз, Ташкент

Буртебаев Н., Буртебаева Ж., Нассурлла М., Сабидолла А., Хожаев Р.,
Казахский Национальный университет им. Ал Фараби, Алматы
Институт ядерной физики РК, Алматы

E-mail: Kholbaev-ik@mail.ru

2. Физика атомного ядра и элементарных частиц

В измерениях S-факторов и выходов ядерных астрофизических реакций при глубоко подбарьерных энергиях очень важным фактором является отношение скоростей счета полезных и фоновых событий. Обычно для подавления фона от внешнего излучения осуществляется пассивная защита, например, ускорители LUNA Collaboration[1] размещены в под земных лабораториях в горном хребте для уменьшения вклада космического излучения, детекторы излучений экранированы защитными материалами с низким радиоактивным фоном, а радиоактивные эманулирующие газы удаляются принудительной вентиляцией.

Нами ранее предложен и применен метод активации[2] для случая, когда продуктом ядерной реакции является короткоживущий радионуклид. Дополнительное улучшение отношения «**полезного/фонового**» сигналов было достигнуто практически мгновенным переходом режимов облучения/измерения мишени и кратковременностью измерения (по сравнению с периодом полураспада радионуклида) – во время, когда еще интенсивность наработанной радиоактивности велика. Необходимая статистическая точность была достигнута путем многократного повторения процедуры **облучения/измерения**.

В работе нами использованы два сцинтилляционных спектрометра с кристаллами NaJ(Tl) размерами 100x160 мм и с энергетическим разрешением ~9% для измерений числа совпадений аннигиляционных γ -квантов, образующихся при β^+ - распаде радиоактивных ядер. Достаточно широкое энергетическое «окно», примерно 10-11% в области фотопика аннигиляционного излучения с энергией 511 кэВ приводило к заметной вероятности регистрации фоновых

комтоновских квантов, которые образуются в кристаллах NaJ(Tl), генерируют фоновые импульсы в энергетическом окне и регистрируются счетным устройством. С целью уменьшения фоновых импульсов мы модифицировали спектрометр, используя вместо сцинтилляционных кристаллов полупроводниковые детекторы HPGe с энергетическим разрешением ~ 2 кэВ (для γ -кванта 1332 кэВ ^{60}Co) и относительной эффективностью регистрации гамма-квантов $\sim 40\%$. Это позволило уменьшить ширину энергетических «окон» \sim в 25 раз, и соответственно уменьшить уровень фона.

Проведенные тестовые измерения выхода астрофизически важной реакции захвата протонов $^{12}\text{C}(p,\gamma)^{13}\text{N}(\beta^+)^{13}\text{C}$ путем регистрации совпадений аннигиляционных γ -квантов при энергиях протонных пучков 300-400 кэВ электростатического ускорителя ЭГ-2 «Сокол» НУУз [2] показали, что несмотря на снижение эффективности регистрации фотопиков полупроводниковыми детекторами по сравнению с сцинтилляционными NaJ(Tl) детекторами, чувствительность метода увеличивалась в ~ 5 раз, что позволяет измерять выходы ядерных реакций при более низких сечениях.

1. <http://luna.lngs.infn.it/>

2. S.V.Artemov et al. Nucl. Instr. Meth. in Physics Research **A825** (2016) 17