

Matematicko-fyzikálny časopis

Emanuel Síleš

Эффективность ядерных эмульсий при низких температурах

Matematicko-fyzikálny časopis, Vol. 16 (1966), No. 4, 362--365

Persistent URL: <http://dml.cz/dmlcz/126979>

Terms of use:

© Mathematical Institute of the Slovak Academy of Sciences, 1966

Institute of Mathematics of the Academy of Sciences of the Czech Republic provides access to digitized documents strictly for personal use. Each copy of any part of this document must contain these *Terms of use*.



This paper has been digitized, optimized for electronic delivery and stamped with digital signature within the project *DML-CZ: The Czech Digital Mathematics Library* <http://project.dml.cz>

ЭФФЕКТИВНОСТЬ ЯДЕРНЫХ ЭМУЛЬСИЙ ПРИ НИЗКИХ ТЕМПЕРАТУРАХ

ЭМАНУЭЛ СЛЕПЕШ (EMANUEL SÍLES), ЙОЗЕФ ТУЧЕК (JOZEF TUČEK),
Кошице

В предлагаемой работе мы занимаемся проблемой изменения детекционных качеств ядерных фотографических эмульсий, охлажденных до температур жидкого азота и гелия, с целью проверить работоспособность эмульсий в подобных условиях экспериментов. Мы использовали эмульсии, сделанные в СССР (НИКФИ) и их эффективность мы определяли измерениями ионизации частиц различных скоростей.

Экспериментальная часть

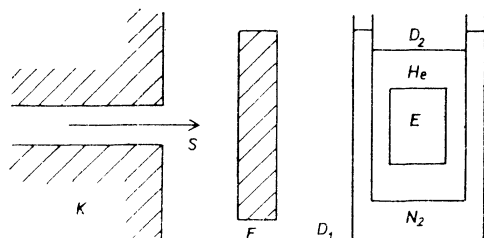
Ядерные фотографические эмульсии типа НИКФИ БР-2, минимальный размер слоя $50 \times 50 \times 0,45$ мм мы облучали положительными мезонами π^+ в Лаборатории ядерных проблем ОИЯИ в Дубне. Эксперимент осуществлялся в трех вариантах:

- 1) облучение эмульсий при комнатной температуре (16 - 18 °С).
- 2) облучение эмульсий, погруженных в жидкий азот (75 °К).
- 3) облучение эмульсий, погруженных в жидкий гелий (4 °К).

Схема эксперимента была аналогична во всех трех случаях. В качестве примера мы приводим на фиг. 1 схему облучения типа 3). Энергия первичного пучка положительных π^+ -мезонов была 80 Мэв. С помощью медного фильтра мы понизили энергию мезонов так, что они при попадении в эмульсию тормозились до остановки и потом распадались. Характеристический распад $\pi^+ \rightarrow \mu^+ + e^+$ дал нам возможность с уверенностью определять место остановки π^+ -мезонов.

Ионизацию мы определяли подсчетом разрывов между зернами вырединированного Ag [1]. Измерения мы проводили на следах мезонов от точки остановки против направления полета частиц и на следах револьвентских электронов, возникающих при распаде μ^+ -мезонов. Измерения проводились на микроскопах типа Корнелка М-2 при увеличении $100 \times$ и $40 \times$ с использованием имерзионного фторитового объектива. Для

определения мы выбирали такие π — мезоны, проекционная длина трека которых была минимально 0,5 см (угол наклона трека меньше 5°). Для электронных треков минимальная длина проекции была 0,1 см и нами выбирались треки, у которых не наблюдалось видимого искривления.



Фиг. 1.

Схема эксперимента с облучением эмульсии в ядком водороде. K — коллиматор, S — направление первичного луча π -мезонов, F — медный фильтр, D_1 — внешний сосуд Дювара с жидким азотом, D_2 — внутренний сосуд Дювара с жидким гелием, в котором погружены эмульсионные слои E .

Одновременно с ионизацией мы измеряли профиль трека в направлении оси (перпендикулярно к поверхности эмульсии).

Результаты измерений

а) Измерение ионизации мезонов π

Минимальная энергия мезонов π с пробегом больше чем 0,5 см представляет 16 Мэв [2] (трек является так называемым серым). В пределах этой энергии не проявляется в зависимости специфических потерь энергии от скорости влияние логарифмического члена в формуле Бете—Блоха [3] и зависимость $\log N$ от $\log R$ (N — число разрывов на длине, измеряемой от конца трека) является линейной: $\log N = k \log R$.

Мы сравнивали средние значения коэффициентов k , рассчитанных для интервалов длин от 0,5 мм до 5 мм, для отдельных вариантов опыта. Результаты измерений приведены в таблице 1.

Таблица 1

1ый вариант опыта	$k_1 = 1,22 \pm 0,03$	10 треков
2ой вариант опыта	$k_2 = 1,07 \pm 0,02$	5 треков
3ий вариант опыта	$k_3 = 1,03 \pm 0,02$	10 треков

Из таблицы видно, что с охлаждением эмульсией понижается ионизация. Для азотных и гелиевых температур ионизация остается практически

без изменений. Обнаруженные различия измеренных данных можно количественно оценить с помощью критерия Стюдента [4]. С вероятностью больше чем 0,99 измеренные данные не противоречат гипотезе, что k_1 выбирается из другой генеральной совокупности, чем k_2 и k_3 . С той же вероятностью k_2 и k_3 не противоречат гипотезе одной и той же генеральной совокупности.

б) Измерение ионизации электронов

В связи с малой массой покоя электронов, все измеренные треки были релятивистскими в области энергий, в которых ионизация слабо меняется со скоростью частиц. Поэтому мы измеряли специфическую ионизацию I (число разрывов на длине 100 μ трека). Результаты измерений мы собрали в таблицу 2.

Таблица 2

Вариант опыта	Общая длина измеряемого трека в см	Ионизация
1ый	3,19	43,4 \pm 0,3
2ой	1,12	34,9 \pm 0,4
3ий	1,22	35,5 \pm 0,4

Из таблицы видно, что ионизация эмульсий, облученных при низких температурах, понижается на 18 %. Поскольку число измеренных 100 μ интервалов превышает во всех вариантах опыта 100, мы можем использовать для проверки гипотезы о генеральной совокупности критерий, основанный на нормальном распределении. Так же, как и в предыдущем случае, с вероятностью большей чем 0,99, мы не находимся в противоречии с гипотезой, что генеральная совокупность 1) отличается от 2) и 3), но последние не отличаются друг от друга.

Все измеренные треки мы подбирали так, что не было необходимости вводить поправку на угол погружения трека. Зависимость ионизации от глубины эмульсии не превышала 3 % и поскольку глубина треков выбиралась случайно, она не могла влиять на результаты измерений. Различия в ионизации для отдельных слоев одного и того же варианта эксперимента мы не наблюдали. Половина эмульсий, облученных в гелли, заранее сушилась в эксикаторе. Подсушенные эмульсии не отличались от остальных.

Заключение

Поскольку современные эмульсии отличаются от предыдущих не только чувствительностью, но также размером проявленных зерен серебра и по-

столько увеличивается число экспериментов, при которых эмульсия не является мишенью, мы сочли целесообразным измерить температурную зависимость ионизационной способности эмульсий НИКФИ БР-2 в диапазоне релятивистских и серых треков.

Измерения зависимости чувствительности эмульсий от температуры проводились раньше [5], [6] с эмульсиями других типов. Результаты этих измерений имели значительное рассеяние. Ионизация эмульсий НИКФИ Р понижалась до 10 % при гелиевых температурах для измерений на релятивистских треках. Понижение ионизации эмульсий Илфорд оказалось заметно меньшим.

Из наших измерений следует, что эмульсии НИКФИ БР-2 имеют практически одну и ту же чувствительность при температурах 4°K и 75°K . Понижение ионизации по сравнению с комнатной температурой не является значительным и эмульсии, облученные при низких температурах, сохраняют в достаточной мере свою регистрирующую способность, чтобы было возможным использовать их в качестве детекторов заряженных частиц всех энергий в комбинированных экспериментах.

В заключении мы хотели бы выразить свою благодарность сотрудникам ОИЯИ в Дубне, которые нам помогли осуществить эксперимент: С. И. Любимову за фотохимическую обработку эмульсий и Б. С. Неганову за помощь при криогенных работах. Далее выражаем свою благодарность Эмульсионному комитету ОИЯИ, в особенности его председателю, проф. др. В. Петрилка, лаборантке М. Шабиковой за тщательную работу при поопеке измеряемых треков и проф. др. Ю. Дубинскому, руководителю Кафедры ядерной физики университета в г. Кошице за поддержку в работе.

ЛИТЕРАТУРА

- [1] Renardier M., Avignon Y., *Compt. Rend.* 233 (1951), 393.
- [2] Powell C. F., Fowler P. H., Perkins D. H., *The Study of Elementary Particles by the Photographic Method*, London 1959.
- [3] Yuan C. L., Wu C. S., *Fundamental Principles and Methods of Particle Detection*, London 1961.
- [4] Дунин—Барковский И. В., Смирнов И. В., *Теория вероятностей и математическая статистика в технике*, Москва 1955.
- [5] Waniek R. W., *Bull. Amer. Phys. Soc.* 1 (1956), 219.
- [6] *Ядерная фотография* (сборник под ред. К. С. Богомолова, Н. А. Перфилова), Москва 1962.

Поступило 15. 5. 1965.

*Katedra jadrovej fyziky
Prírodovedeckej fakulty
Univerzity P. J. Šafárika,
Košice*