

Вычисление времени жизни K^+ в эксперименте NA62 CERNМ.В. Медведева^{1,2}, А.Т. Шайхиев²¹Московский Физико-Технический Институт (Государственный университет)²Институт Ядерных Исследований РАН

Эксперимент NA62 (ЦЕРН) проводится на ускорителе SPS. Основной задачей является изучение сверхредких распадов заряженных K -мезонов на заряженный пион и два нейтрино. Данное исследование позволит провести прямую проверку предсказаний Стандартной модели, оно относится к экспериментам высочайшей научной значимости. Намечены также работы по поиску проявлений темной материи, суперсимметрии, поиску и изучению новых редких распадов каонов и др. [1]

Каоны получают путем столкновения протонов с ускорителя SPS с фиксированной бериллиевой мишенью. Идентификация каонов происходит в помощью детектора CEDAR, а измерение характеристик с помощью GTK. Импульс вторичных заряженных частиц измеряется с помощью STRAW и RICH детекторов. Также, в установке присутствуют вето детекторы - LAV, MUV, LKr, CHANTI, IRC и SAC, New CHOD (Рис.1).

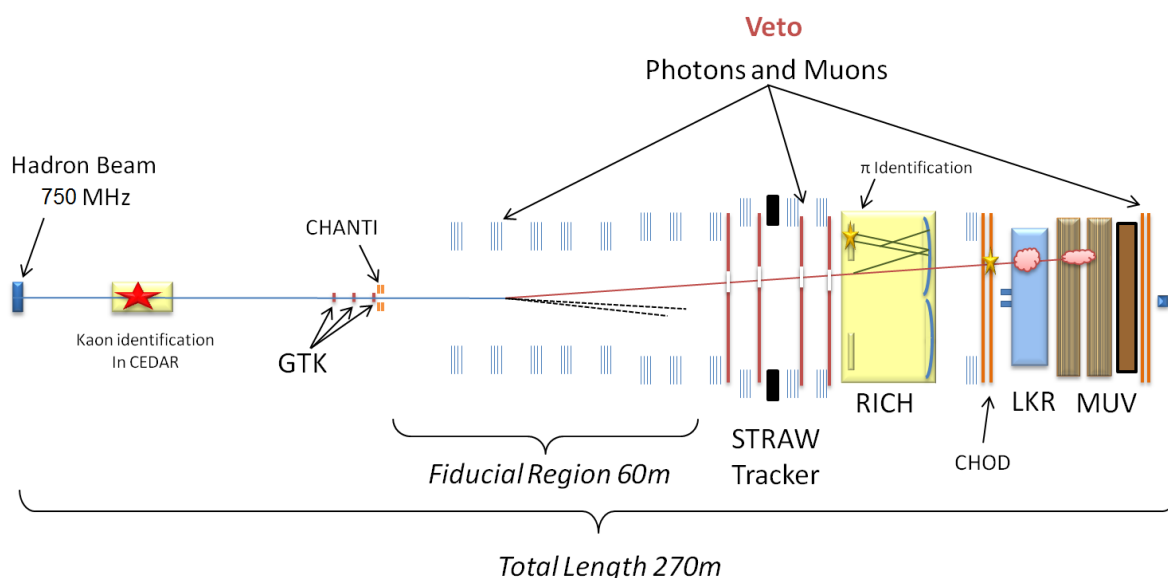


Рис.1 Схема эксперимента NA62 CERN [2]

В работе кроме основной задачи эксперимента предложено уточнить время жизни K^+ . Оно измерялось несколькими экспериментами как с остановленными K^+ (по времени распада), так и с K^+ на лету (по длине распада). Основные результаты представлены в Particle Data Group 2008(рис.2). С 2008 года нет новых результатов. [3]

| VALUE (10^{-8} s) | EVTS | DOCUMENT ID | TECN | CHG | COMMENT |
|------------------------------------|------|---|------|--------|----------------------------|
| 1.2380 ± 0.0021 OUR FIT | | Error includes scale factor of 1.9. | | | |
| 1.2379 ± 0.0021 OUR AVERAGE | | Error includes scale factor of 1.9. See the ideogram below. | | | |
| 1.2347 ± 0.0030 | 15M | ⁵ AMBROSINO | 08 | KLOE ± | $\phi \rightarrow K^+ K^-$ |
| 1.2451 ± 0.0030 | 250k | KOPTEV | 95 | CNTR | K at rest, U target |
| 1.2368 ± 0.0041 | 150k | KOPTEV | 95 | CNTR | K at rest, Cu target |
| 1.2380 ± 0.0016 | 3M | OTT | 71 | CNTR + | K at rest |
| 1.2272 ± 0.0036 | | LOBKOWICZ | 69 | CNTR + | K in flight |
| 1.2443 ± 0.0038 | | FITCH | 65B | CNTR + | K at rest |

Рис.2 Таблица основных результатов измерения времени жизни K^+

Результаты находятся в плохом соответствии с друг другом. Поэтому, важно провести еще одно измерение времени жизни K^+ , чтобы уточнить результат. Представлены оценки статистической и систематической ошибки, проведен расчет acceptance для Monte Carlo данных и подобраны оптимальные критерии отбора для минимизации итоговой ошибки.

Для вычисления времени распада нужно знать точку распада, массу и импульс(для вычисления β): $t_{decay} = \frac{\sqrt{1-\beta^2}}{\beta} * \frac{l}{c}$. Также, необходимо знать acceptance в зависимости от времени распада. Для этого используется Monte Carlo данные(рис.3)

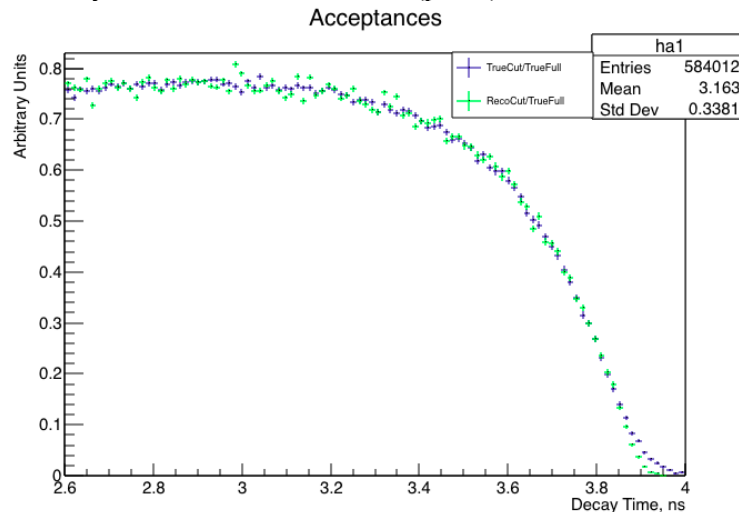


Рис.3 Acceptance, вычисленный из MC моделированных данных. Критерии отбора: 1) STRAW: exactly one track, $\chi^2 < 20$, $N_{chambers} = 4$, $|p_{before\ fit} - p_{after\ fit}| < 20\text{ GeV}/c$, $p > 5\text{ GeV}/c$, 2) $Z_{vertex} < 180\text{ m}$, 3) $CDA < 30\text{ mm}$

В данной работе рассматриваются два самых вероятных распада K_{mu2} (BR=63%) и K_{2pi} (BR=20.7%). Самый большой вклад в ошибку дает тот факт, что возможный интервал измерения времени жизни в NA62 очень мал - 0.7 нс (обусловлено особенностями эксперимента), из-за чего необходимо большое количество статистики (10^9 распадов).

Источники систематической ошибки – разрешение GTK детектора (0.2%) и ошибка восстановления вершины (0.06%) для выбранных критериев отбора. Систематическая ошибка равна 0.31%. Статистическая ошибка для Minbias run 2015 года ($2 \cdot 10^7$ событий) равна 0.96%. Итоговая ошибка - 1.02% в то время, как, например, в эксперименте KLOE (результат 2007 года) 0.23% [4]. В связи с особенностями основного триггера в эксперименте подавление распада K_{mu2} (1%) намного больше подавления распада K_{2pi} (20%), поэтому рассматривается возможность измерения на распаде K_{pi2} . В NA62 планируется набрать статистику 10^{13} каонов, вероятность распада 20.7%, приблизительный acceptance (с учетом триггера) - 7%. Таким образом, порядок предполагаемого кол-во распадов каона 10^{11} , что дает значительное уменьшение статистической ошибки (0.02%), подавляющий вклад будет иметь систематическая ошибка. Таким образом, есть возможность измерения времени жизни с точностью 0.32%.

Литература:

- 1) NA62 website. URL: <http://na62.web.cern.ch/NA62>.
- 2) Bruno Angelucci, Trigger for rare kaon decays searches at the CERN NA62 experiment // http://na48.web.cern.ch/NA48/Welcome/thesis/Angelucci_PhD.pdf
- 3) J. Beringer et al., Phys. Rev. D 86, (Particle Data Group), 010001 (2008)
- 4) F. Ambrosino et al., Measurement of the charged kaon lifetime with the KLOE detector. //arXiv:0712.1112 [hep-ex]