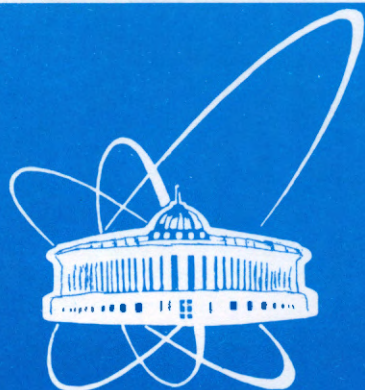


33-00



СООБЩЕНИЯ  
ОБЪЕДИНЕННОГО  
ИНСТИТУТА  
ЯДЕРНЫХ  
ИССЛЕДОВАНИЙ

Дубна

P11-2000-33

М.Г.Айрапетян, Э.А.Айрян, Г.Г.Гульбекян,  
О.Сэллэш, А.В.Федоров

МОДЕЛИРОВАНИЕ ВРЕМЕНИ ВЫХОДА ИОНОВ  
ИЗ МИШЕНИ ПРИ ПРОИЗВОДСТВЕ  
РАДИОАКТИВНЫХ ПУЧКОВ ИОНОВ

2000

## 1. Введение

Источники радиоактивных ионов должны отвечать общим требованиям производства ионов, однако они являются специфическими с точки зрения материала, подаваемого в разрядную камеру, который представляет собой продукт ядерных реакций первичного пучка с материалом мишени. Важными моментами являются:

- получение достаточно эффективной и быстрой транспортировки данного изотопа от места возникновения до зарядной камеры относительно периода полураспада, поскольку этот изотоп производится в небольшом количестве и интенсивности пучков в большинстве своем не превышают единиц нА;
- сепарация изотопа от остальных продуктов реакции. И первое, и второе достигается с помощью правильного выбора материалов и конструкций системы "мишень - ионный источник" (рис. 1);
- время выхода изотопа из мишени может достигать больших значений, что сильно понижает эффективность системы. С этой точки зрения критическим явлением будет диффузия внутри твердой или жидкой мишени.

Мы пытаемся оценить характеристики этих процессов с помощью физико-математического моделирования.

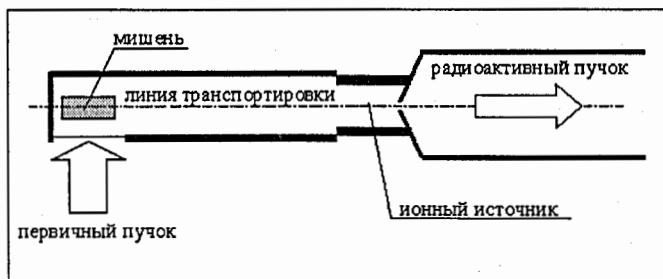


Рис. 1. Упрощенная схема системы для производства пучков радиоактивных ионов

В работе описаны основные принципы моделирования времени, в течение которого частицы находятся в объеме мишени, а также приведены результаты расчетов на простой модели мишени в виде двух коаксиальных дисков. В дальнейшем предполагается развитие модели с целью ее приближения к реальным условиям, из чего может быть получена более реалистичная оценка явлений, критически действующих на производство радиоактивных пучков, а также упрощение проектирования новых и модернизации старых источников радиоактивных пучков.

диска. Корреляций обнаружено не было. Частицы вылетали, равномерно распределенные по площади бокового сечения мишени.

Рассматривалась зависимость времени пролета  $t$  от диаметров дисков  $d_1, d_2$  и расстояния между ними  $l$  (см. рис. 3).

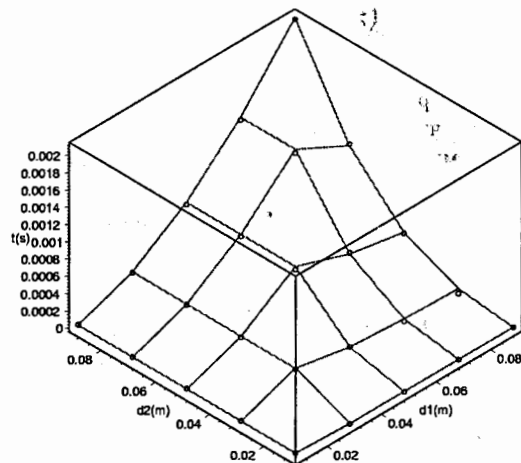


Рис. 3. Зависимость времени выхода из мишени атома  ${}^6\text{He}$  от диаметров дисков  $d_1, d_2$  для  $l = 0,001\text{m}$  и при 30%-й потере числа частиц; о - результаты моделирования, сплошная линия - аппроксимация функциями (6)

Полученные значения аппроксимировались следующей функцией:

$$t_{N_{lost}}(d_1, d_2, l) = a_{N_{lost}} \sqrt{\frac{M}{T}} [\ln(b_{N_{lost}} \frac{d_1}{l})]^{-1} \times f(d_1, d_2), \quad (6)$$

где

$$f(d_1, d_2) = \frac{d_2^3}{d_1}, \quad \text{при } d_2 < d_1,$$

и

$$f(d_1, d_2) = d_1^2, \quad \text{при } d_2 \geq d_1.$$

Значения коэффициентов  $a_{N_{lost}}$  и  $b_{N_{lost}}$  при разных потерях частиц приведены в таблице 1.

Особенность рассматриваемого движения заключается в несимметричности полученного выражения относительно диаметров дисков  $d_1, d_2$ , что объясняется фиксированным выбором того диска (нижнего), с которого происходит "испарение" ядер.

Еще раз отметим, что этот результат не зависит от того, фиксировались ли координаты образования частиц в мишени или нет.

$N_{lost}, \%$	30	40	50
a	0.3978	0.2873	0.1989
b	11.0546	7.9396	5.0870

Таблица 1. Значения параметров  $a_{N_{lost}}$   $b_{N_{lost}}$  в зависимости от времени выхода из мишени  $t_{N_{lost}}$  (6) при различных значениях потерь частиц  $N_{lost}$

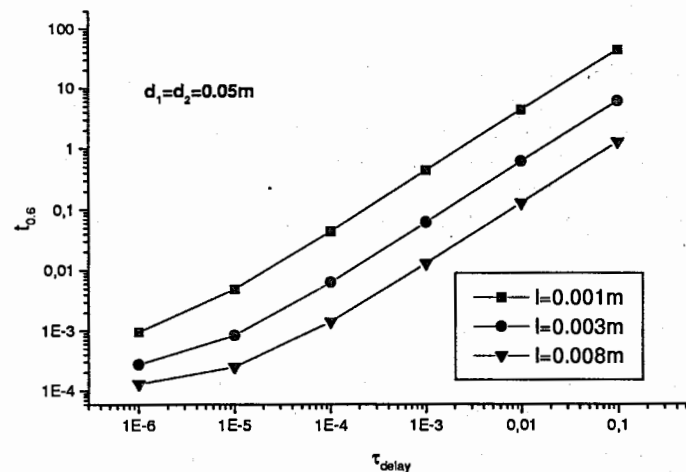


Рис. 4. Зависимость времени выхода из мишени ядер  ${}^6\text{He}$  от времени задержки  $\tau_{delay}(c)$

Рассматривалась зависимость времени выхода из мишени  $t_{N_{lost}}$  от времени жизни на поверхности дисков  $\tau_{delay}$  (см. рис. 4).

Данные фитировались линейной функцией  $Y = a_0 + a_1 X$ . Значения коэффициентов  $a_0$  и  $a_1$  для  $d_1 = d_2 = 0,05\text{m}$  и при различных  $l$  приведены в таблице 2.

Видно, что начиная с некоторого порогового значения  $\tau_{delay}$ , зависящего от размеров мишени, время пролета  $t$  заметно возрастает, приводя к потерям в мишени от распадов частиц.

#### 4. Заключение

Была смоделирована зависимость времени диффузионного выхода частиц из цилиндрической мишени в зависимости от геометрических размеров мишени и времени задержки на поверхности образующих ее дисков. Отмечена несимметричность вре-

Индекс книги	Название книги
E1,2-98-307	Труды международной школы-семинара «Актуальные проблемы физики частиц». Гомель, 1997, 2 тома, 304 с. и 220 с. (на англ. яз.)
E2-98-372	Труды III международного совещания «Классические и квантовые интегрируемые системы». Ереван, 1998, 200 с. (на англ. яз.)
E9-99-26	Труды XVII Международной конференции по ускорителям высоких энергий. Дубна, 1998, 432 с. (на англ. яз.)
E2-99-35	Труды XI международной конференции «Проблемы квантовой теории поля». Дубна, 1998, 508 с. (на англ. яз.)
E5-99-38	Труды международного совещания «Самоподобные системы». Дубна, 1998, 404 с. (на англ. яз.)
P3,14,17-99-75	Труды VIII Школы по нейтронной физике. Дубна, 1998, 330 с. (на русском яз.)
E9-99-92	Труды Международного совещания МЕЕС'98. Дубна, 1998, 302 с. (на англ. яз.)
Д -99-94	Труды III Открытой научной конференции молодых ученых и специалистов ОИЯИ. Дубна, 1999. 258 с. (на русск. и англ. языках) И.А.Шелаев. Введение в необратимую электродинамику. Дубна, 1999, 288 с. (на русском яз.)

За дополнительной информацией просим обращаться в издательский отдел ОИЯИ по адресу:

141980, г.Дубна, Московской области,  
ул.Жолио-Кюри, 6.  
Объединенный институт ядерных исследований,  
издательский отдел  
E-mail: [publish@pds.jinr.dubna.su](mailto:publish@pds.jinr.dubna.su)

Айрапетян М.Г. и др.  
Моделирование времени выхода ионов из мишени  
при производстве радиоактивных пучков ионов

P11-2000-33

Описан алгоритм и приведены результаты моделирования времени выхода ионов из мишени в зависимости от относительных размеров ионообразующих дисков и расстояния между ними.

Работа выполнена в Лаборатории вычислительной техники и автоматизации и Лаборатории ядерных реакций им. Г.Н.Флерова ОИЯИ.

Сообщение Объединенного института ядерных исследований. Дубна, 2000

Перевод авторов

Hayrapetyan M.G. et al.  
Modeling of the Time of Ion Output from the Target  
in Radioactive Beams Production

P11-2000-33

The time of radioactive nucleus be situated in cylindrical target depending on target dimensions is investigated. An algorithm of modeling and results of computer simulation are described.

The investigation has been performed at the Laboratory of Computing Tehniques and Automation and at the Flerov Laboratory of Nuclear Reaction, JINR.

Communication of the Joint Institute for Nuclear Research. Dubna, 2000