

5447/91

Белякова Е. В.

Б1-11-91-300

344.13

+



ОБЪЕДИНЕННЫЙ ИНСТИТУТ ЯДЕРНЫХ ИССЛЕДОВАНИЙ

Б 1-11-91-300

ДЕПОНИРОВАННАЯ ПУБЛИКАЦИЯ

Дубна 1991

Лаборатория Сверхвысоких энергий
Объединенный институт ядерных исследований

Б1-11-91-300

Е. В. Белякова

Реализация метода решения комплексов
нелинейных неравенств для программы
моделирования Черенковского счетчика.

Рукопись поступила
в редакцию *ЖЭТФ* *21*
1 июля 91

Дубна, 1991

Ученые библиотеки
Института ядерных исследований
Дубна
БИБЛИОТЕКА

4. ВВЕДЕНИЕ

В предстоящие годы на ускорителях ИФВЭ, в том числе и на УНК предполагается проведение ряда физических экспериментов, в частности, работа по проекту "Меченые нейтрино" /1,2/.

Одной из важных частей установки "Меченые нейтрино" является большой черенковский счетчик. Диаметр счетчика равен 3.76 м, длина 2.8 м.

Для моделирования трехчастичных распадов частиц внутри объема черенковского счетчика не существует универсальных способов для трассировки частиц внутри объема черенковского счетчика /3/. Поэтому для получения полной информации о распадах создается самостоятельная универсальная программа моделирования любых трехчастичных распадов с учетом рассеяния в любых средах.

Поставленная задача моделирования распадов стимулировала создание новых оригинальных математических расчетов /4/. Интересно, что применение их гораздо шире, чем только решение настоящей задачи, описанной ниже.

Геометрия зеркального объема черенковского счетчика установки "Меченые нейтрино" /Рис. 1/

R - радиус трубы черенковского счетчика $J=16$ количество зеркал (лепестков).

Объем № 1 - содержит J зеркал радиуса R_1 .

Объем № 2 - содержит J зеркал радиуса R_2 .

Объем двойного слоя - представляет собой наложение зеркал.

Объем № 3 и № 4 - не содержат вещества (зеркальной среды).

2. Физическая задача (пример применения).

Основная проблема моделирования работы черенковского счетчика - описание движения частицы в среде, т.е. в некотором объеме с определенными свойствами.

проблемы описания установки - как описать движение Π -мезона от момента его рождения внутри черенковского счетчика, а конкретно - внутри объема, содержащего зеркала двух типов (с разными радиусами кривизны). Траектория Π -мезона задается параметрически через координаты $x(t)$, $y(t)$, $z(t)$, параметр времени $t > 0$.

Форма искомого объема в трехмерном пространстве представляет собой разность объемов большего цилиндра и меньшего с общей осью и одной высоты.

В зеркальном объеме счетчика их несколько, и они расположены, как показано на Рис. 1.

Пучок рожденных частиц направлен вдоль оси (OZ). Зеркало (любое) - это часть сферы, вырезанное из нее "долькой" и усеченное сверху и снизу по широте /Рис. 2/:

Таким образом, возникают пять систем двойных неравенств второго порядка, описывающих движение частицы. Для примера рассмотрим систему для объема № 1:

$$\begin{cases} x_D^2 + z_D^2 \leq x^2 + y^2 + z^2 \leq x_B^2 + z_B^2 \\ z_D \leq z(t) \leq z_B \\ t > 0 \end{cases} \quad (1)$$

Физический смысл решения: существует ли отрезок времени T , в течение которого Π -мезон (некоторая частица) побывала в объеме с зеркалами типа 1?

Для решения параметрического комплекса из 5 систем явно выпишем функции координат:

$$\begin{cases} x(t) = x_{\text{распада}} + t * \xi_x \\ y(t) = y_{\text{распада}} + t * \xi_y \\ z(t) = z_{\text{распада}} + t * \xi_z \end{cases} \quad (2)$$

$\Pi = (x_{\text{расп}}, y_{\text{расп}}, z_{\text{расп}})$ - точка рождения Π -мезона (частицы)

(ξ_x, ξ_y, ξ_z) - вектор скорости Π -мезона (частицы), и V_{Π} - модуль скорости Π -мезона.

Приведенная система для зеркал типа 1:

$$\begin{cases} x_D^2 + z_D^2 \leq t^2 * v_{II}^2 + t * 2 * (x_{расп} * \xi_x + y_{расп} * \xi_y + z_{расп} * \xi_z) + \\ + (x_{расп}^2 + y_{расп}^2 + z_{расп}^2) \leq x_C^2 + z_C^2 \\ \frac{z_D - z_{расп}}{\xi_z} \leq t \leq \frac{z_C - z_{расп}}{\xi_z}, \quad t > 0 \end{cases} \quad (3)$$

Поскольку область определения комплекса является кусочно-непрерывной, то применим метод I в сочетании с методом II.

Если решение начинается с системы (3) для зеркал типа 1, то до окончательного решения комплекса потребуется рассмотреть может быть еще одну систему, т.е. шагов будет не более двух.

3. ФРАГМЕНТЫ ПОДПРОГРАММ, РЕАЛИЗУЮЩИХ МЕТОД.

Главная особенность предложенных подпрограмм заключается в том, что область определения комплекса нелинейных неравенств является кусочно-непрерывной, и поэтому метод, предложенный в /4/ адаптирован.

Единицы измерения времени - сек, длины - см, скорости - см/сек.
Размеры счетчика вдоль оси Z :

LONG=6000.

ZETQ=6280.

ZETEND=6390.

Координаты опорных точек зеркал :

XA=170.

XB=98.

XC=105.

XD=15.

ZA=LONG+185.

ZB=LONG+163.9

ZC=LONG+164.5

ZD=LONG+120.

Здесь представлены фрагменты подпрограмм, определяющие расположение траектории Π -мезона в зеркальном объеме :

```
SUBROUTINE VZERK(VLINE,VV)
```

```
...
```

с коэффициенты квадратного уравнения траектории в зерк.объеме
с для зеркал первого типа :

```
TT2=VV**2
```

```
TT1=2.*(KSIX*XDEC+KSIY*YDEC+KSIZ*ZDEC)
```

```
TT0=XDEC**2+YDEC**2+ZDEC**2
```

```
U=XD**2+ZD**2
```

```
V=XC**2+ZC**2
```

с TDOWN & TUP времена влета и вылета из объема зеркал :

с KSIZ проекция скорости Π -мезона на ось Z :

```
TDOWN=(ZD-ZDEC)/KSIZ
```

```
TUP=(ZC-ZDEC)/KSIZ
```

```
GOTO 991
```

```
992 CONTINUE
```

```
U=XB**2+ZB**2
```

```
V=XA**2+ZA**2
```

```
TDOWN=(ZB-ZDEC)/KSIZ
```

```
TUP=(ZA-ZDEC)/KSIZ
```

```
GOTO 991
```

```
993 CONTINUE
```

```
U=XC**2+ZB**2
```

```
V=XB**2+ZC**2
```

```
TDOWN=(ZB-ZDEC)/KSIZ
```

```
TUP=(ZC-ZDEC)/KSIZ
```

```
991 CONTINUE
```

с собственно программа выбора :

```
CALL CHOICE(TT2,TT1,TT0,U,V,TDOWN,TUP,ICH,TR1,TR2)
```

с параметр ICH передает ход на 992 или на 993 в зависимости от
с своего значения, если пи-мезон не пролетел сквозь зеркала

с типа 1 сразу :

```
GOTO (992,993,999) ICH
999 CONTINUE
...
RETURN
END
```

```
SUBROUTINE CHOICE(TT2,TT1,ТТ0,U,V,ТDOWN,ТUP,ICHOICE,TR1,TR2)
```

...

с подготовим свободные члены для верхнего и нижнего уравнений :

```
ТТ01=ТТ0-U
ТТ02=ТТ0-V
CALL SQ(TT2,TT1,ТТ01,ТNUMN,Т1,Т2)
CALL SQ(TT2,TT1,ТТ02,ТNUMV,Т3,Т4)
NULL=0.
```

с передача хода зависит от типа зеркал.

с значения параметра IZERK :

с IZERK=1 зеркала типа 1

с IZERK=2 зеркала типа 2

с IZERK=3 двойной слой зеркального вещества

с IZERK=4 внутреннее молоко

с IZERK=5 внешнее молоко

с решение для зеркал первого типа :

```
10 IF (ТNUMV.NE.2) GOTO 11
   GOTO 13
11 ICHOICE=1
   IZERK=2
```

с предполагаются зеркала второго типа :

```
GOTO 99
13 IF (ТNUMN.EQ.1) GOTO 60
   TR1=MAX(NULL,ТDOWN,Т2)
   TR2=MIN(Т4,ТUP)
```

с MAX должен быть меньше, чем MIN для успешного решения :

```
62 IF (TR1.GT.ТR2) GOTO 14
```

ICHOICE=3

IZERK=1

с зеркала только типа 1

GOTO 99

60 TR1=MAX(NULL,T3,TDOWN)

TR2=MIN(T4,TUP)

GOTO 62

14 ICHOICE=3

IZERK=4

с предполагается внутреннее молоко :

GOTO 99

С сейчас возможны зеркала лишь типа 3 или 2 :

70 IF (IZERK.EQ.3) GOTO 80

IF (TNUMV.NE.2) GOTO 71

GOTO 72

71 ICHOICE=3

IZERK=5

с только внешнее молоко

GOTO 99

72 IF (TNUMN.EQ.1) GOTO 76

TR1=MAX(NULL,TDOWN,T2)

TR2=MIN(T4,TUP)

78 IF (TR1.LT.TR2) GOTO 77

ICHOICE=2

IZERK=3

с возможно имеем двойной слой

GOTO 99

77 ICHOICE=3

IZERK=2

с определен пролет через зеркала типа 2

GOTO 99

76 TR1=MAX(NULL,TDOWN,T3)

TR2=MIN(T4,TUP)

GOTO 78

С единственная возможность - тип 3 :

80 IF (TNUMV.EQ.2.AND.TNUMN.NE.0) GOTO 81

85 ICHOICE=3

ICHOICE=3

IZERK=1

с зеркала только типа 1

GOTO 99

60 TR1=MAX(NULL,T3,TDOWN)

TR2=MIN(T4,TUP)

GOTO 62

14 ICHOICE=3

IZERK=4

с предполагается внутреннее молоко :

GOTO 99

С сейчас возможны зеркала лишь типа 3 или 2 :

70 IF (IZERK.EQ.3) GOTO 80

IF (TNUMV.NE.2) GOTO 71

GOTO 72

71 ICHOICE=3

IZERK=5

с только внешнее молоко

GOTO 99

72 IF (TNUMN.EQ.1) GOTO 76

TR1=MAX(NULL,TDOWN,T2)

TR2=MIN(T4,TUP)

78 IF (TR1.LT.TR2) GOTO 77

ICHOICE=2

IZERK=3

с возможно имеем двойной слой

GOTO 99

77 ICHOICE=3

IZERK=2

с определен пролет через зеркала типа 2

GOTO 99

76 TR1=MAX(NULL,TDOWN,T3)

TR2=MIN(T4,TUP)

GOTO 78

С единственная возможность - тип 3 :

80 IF (TNUMV.EQ.2.AND.TNUMN.NE.0) GOTO 81

85 ICHOICE=3

IZERK=5

с только внешнее молоко

GOTO 99

81 IF (TNUMN.EQ.1) GOTO 82

TR1=MAX(NULL,TDOWN,T2)

TR2=MIN(T4,TUP)

83 IF (TR1.LT.TR2) GOTO 86

GOTO 85

82 TR1=MAX(NULL,T3,TDOWN)

TR2=MIN(T4,TUP)

GOTO 83

86 ICHOICE=3

IZERK=3

с определен двойной слой

99 CONTINUE

...

RETURN

END

5. ЛИТЕРАТУРА

1. Амосов В.В. и др. "Проект У-70". ОИЯИ Б1-1-90-455, Дубна, 1990
2. Амосов В.В. и др. "Нейтринные исследования на комплексе Меченых нейтрино на УНК". ОИЯИ, Р1-90-458, Дубна, 1990.
3. GEANT3. DATA HANDLING DIVISION. DD/EE/84-1, CERN, september 1987
4. Белякова Е.В. Решение комплекса систем нелинейных неравенств второго порядка. ОИЯИ Р5-91-292 , Дубна, 1991.

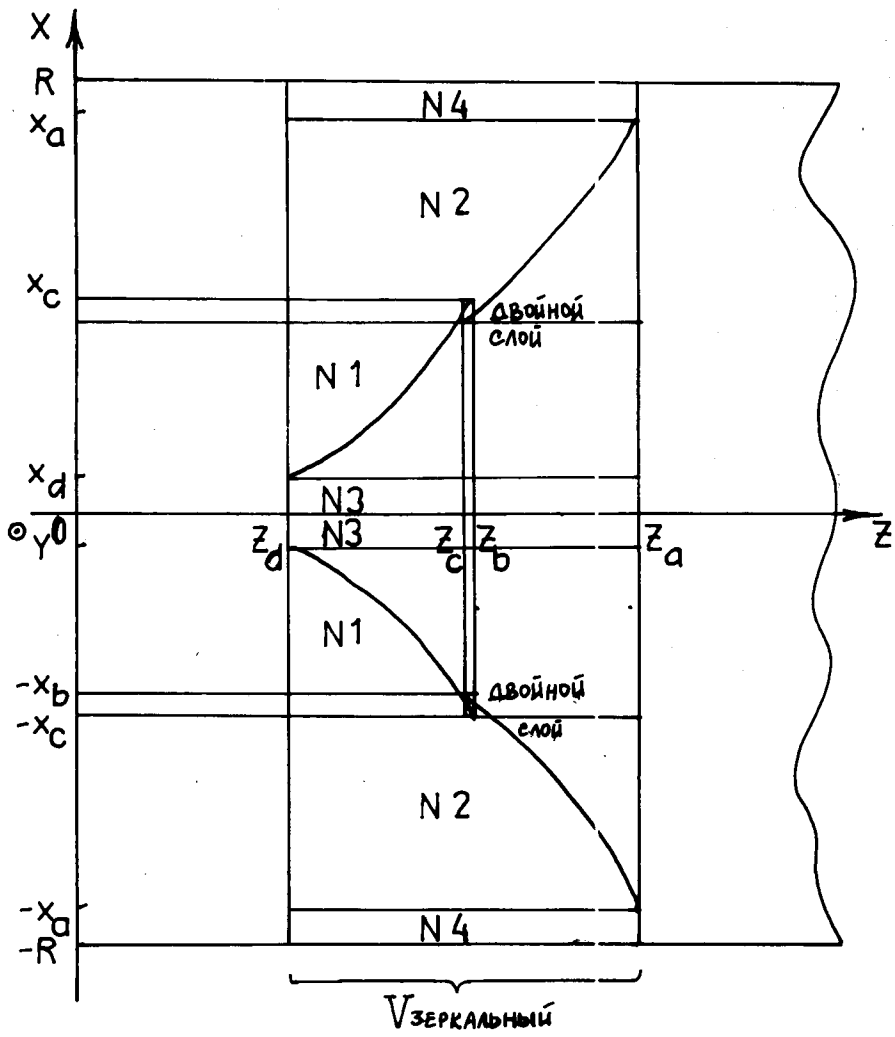


Рис. 1.

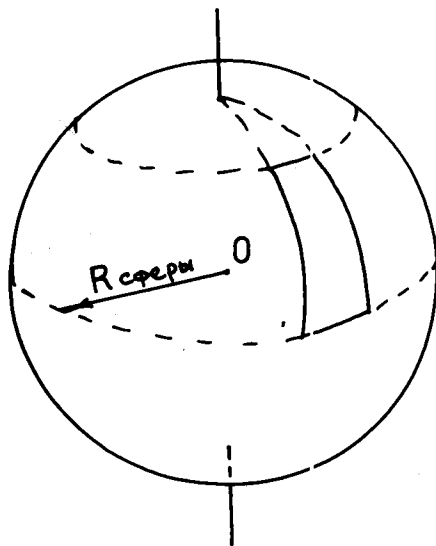


Рис. 2.