

8-19

СООБЩЕНИЯ
ОБЪЕДИНЕННОГО
ИНСТИТУТА
ЯДЕРНЫХ
ИССЛЕДОВАНИЙ
ДУБНА



1298/2-74

1/11-74
9 - 7670

Б.В.Василишин, Е.М.Кулакова, В.А.Михайлов

ПРОГРАММА ИНТЕГРИРОВАНИЯ
ТРАЕКТОРИЙ ЗАРЯЖЕННЫХ ЧАСТИЦ
В МАГНИТНОМ ПОЛЕ СИНХРОФАЗОТРОНА ОИЯИ
С УЧЕТОМ ЕГО РАССЕЯННЫХ ПОЛЕЙ

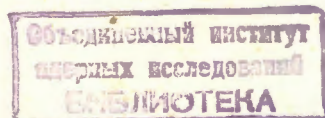
1974

ЛАБОРАТОРИЯ ВЫСОКИХ ЭНЕРГИЙ

9 - 7670

Б.В.Василишин, Е.М.Кулакова, В.А.Михайлов

ПРОГРАММА ИНТЕГРИРОВАНИЯ
ТРАЕКТОРИЙ ЗАРЯЖЕННЫХ ЧАСТИЦ
В МАГНИТНОМ ПОЛЕ СИНХРОФАЗОТРОНА ОИЯИ
С УЧЕТОМ ЕГО РАССЕЯННЫХ ПОЛЕЙ



Василишин Б.В., Кулакова Е.М., Михайлов В.А.

9 - 7670

Программа интегрирования траекторий заряженных частиц в магнитном поле синхрофазотрона ОИЯИ с учётом его рассеянных полей

Приведено описание программы, позволяющей рассчитывать горизонтальные и вертикальные проекции траекторий первичных и вторичных частиц в магнитном поле синхрофазотрона ОИЯИ с учётом действия его полюсных обмоток. Программа написана на ФОРТРАНе и оформлена в виде пакета подпрограмм.

Сообщение Объединенного института ядерных исследований
Дубна, 1974

I. ВВЕДЕНИЕ

В настоящей работе приведено описание программы, позволяющей рассчитывать горизонтальную и вертикальную проекции траекторий заряженных частиц с заданными импульсами в магнитном поле синхрофазотрона ОИЯИ при различных индукциях с учетом рассеянных полей /программа FORM /. Такая задача обычно встречается при проектировании выводных каналов первичных ^{1,2/} и вторичных частиц, при прогнозировании радиационной обстановки на ускорителе ^{3/} и в ряде других случаев.

Программа 1047 ^{4/}, предназначенная для подобных целей, позволяет делать расчет лишь для распределения магнитного поля ускорителя, соответствующего индукции 12,6 кГс в динамике. Кроме того, эта программа написана в кодах ЭВМ БЭСМ-4, что затрудняет ее оперативное использование в различных задачах.

Программа FORM, являющаяся развитием программы 1047, свободна от этих недостатков. Она написана на ФОРТРАНе и оформлена в виде системы подпрограмм, что позволяет включать обращения к ним в любую программу, производящую счет, анализ и обработку траекторий. Структура программы FORM позволяет оперативно изменять распределение магнитного поля, а также учитывать вклад в это распределение поля заданного числа проводников полюсных обмоток с произвольными токами в них.

II. ПОСТАНОВКА ЗАДАЧИ

На рис. 1 приведены системы координат, в которых производится интегрирование. При расчете траектории внутри квадранта используется цилиндрическая система координат, центр которой совпадает с центром кривизны квадранта. В прямоугольном промежутке используется декартова система координат, оси которой совпадают с геометрическими осями промежутка. В качестве независимой переменной выбрана длина s вдоль траектории. В этом случае уравнения движения имеют вид в цилиндрической системе координат (R, θ, z)

$$\frac{d^2 R}{ds^2} = R \left(\frac{d\theta}{ds} \right)^2 + \frac{0,299793 Z \cdot 10^{-6}}{p} (B_\theta \frac{dz}{ds} - B_z R \frac{d\theta}{ds}),$$

$$\frac{d^2 z}{ds^2} = \frac{0,299793 Z \cdot 10^{-6}}{p} (B_R R \frac{d\theta}{ds} - B_\theta \frac{dR}{ds}), \quad /1/$$

$$\frac{d^2 \theta}{ds^2} = -\frac{2}{R} \frac{dR}{ds} \frac{d\theta}{ds} + \frac{0,299793 Z \cdot 10^{-6}}{p} (B_z \frac{dR}{ds} - B_R \frac{dz}{ds}),$$

где p - импульс частицы в ГэВ/с, Z - заряд /для протона $Z=+1$ /, B_z , B_R и B_θ - компоненты магнитного поля в Гс.

В декартовой системе координат уравнения движения имеют вид

$$\frac{d^2 x}{ds^2} = \frac{0,299793 Z \cdot 10^{-6}}{p} (B_z \frac{dy}{ds} - B_y \frac{dz}{ds}),$$

$$\frac{d^2 y}{ds^2} = \frac{0,299793 Z \cdot 10^{-6}}{p} (B_x \frac{dz}{ds} - B_z \frac{dx}{ds}), \quad /2/$$

$$\frac{d^2 z}{ds^2} = \frac{0,299793 Z \cdot 10^{-6}}{p} (B_y \frac{dx}{ds} - B_x \frac{dy}{ds}),$$

При расчете траекторий частиц поле внутри квадранта для азимутов $\frac{\pi}{48} < \theta < \frac{23\pi}{48}$ принято азимутально одно-

родным и описано в цилиндрической системе координат. Радиальное распределение магнитного поля задано в соответствии с измерениями, выполненными при индукции

$B_0 = 12620$ Гс. Поле при $\theta < \frac{\pi}{48}$ и $\theta > \frac{23\pi}{48}$ /торцовое

поле/ описано двумерной таблицей^{/5/} в декартовой системе координат x', y' /см. рис. 1/. Ось y' направлена от центра квадранта по нормали к окружности радиуса $R_0 = 2800$ см, ось x' - по касательной к этой окружности в направлении спада магнитного поля. При интегрировании траектории в квадранте для $\theta < \frac{\pi}{48}$ и $\theta > \frac{23\pi}{48}$

происходит пересчет цилиндрических координат квадранта в декартовы координаты (x', y') , и в этих координатах вычисляется поле. Для определения рассеянного поля квадранта при интегрировании траектории в прямолиней-

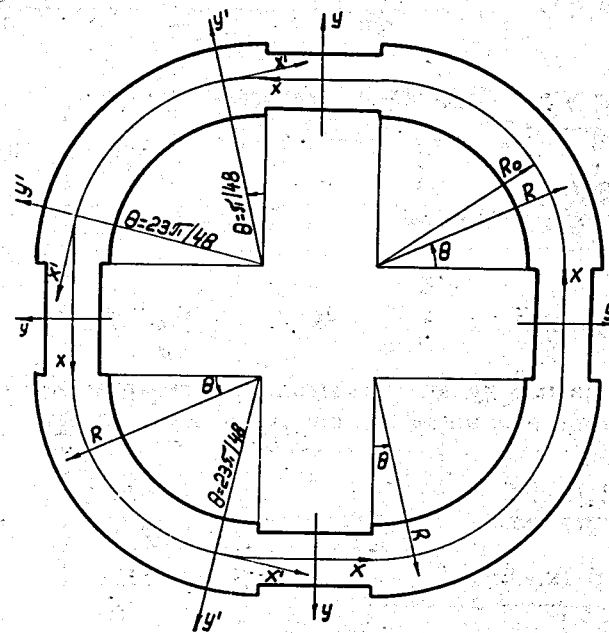


Рис. 1. Системы координат, используемые при интегрировании траекторий и вычислении поля в ускорителе.

ном промежутке декартовы координаты (x,y), в которых ведется интегрирование, также пересчитываются в координаты (x',y').

При необходимости изменения радиального распределения поля новое радиальное распределение задается в программе в виде одномерной таблицы с шагом 10 см. Учет вклада проводников производится заданием их положений, а также величин и направлений токов в них. Программа суммирует поле, созданное токами в этих проводниках, с заданным распределением магнитного поля и производит пересчет исходной двумерной таблицы поля. При этом предполагается, что азимутальное распределение магнитного поля не меняется.

При интегрировании траектории внутри квадранта компоненты поля вычисляются по формулам

$$B_z = B_z(R, \theta, 0) - \frac{z^2}{2} \left[\frac{1}{R} \frac{\partial B_z(R, \theta, 0)}{\partial R} + \frac{\partial^2 B_z(R, \theta, 0)}{\partial R^2} + \frac{1}{R^2} \frac{\partial^2 B_z(R, \theta, 0)}{\partial \theta^2} \right],$$

$$B_R = \frac{\partial B_z(R, \theta, 0)}{\partial R} z, \quad /3/$$

$$B_\theta = \frac{1}{R} \frac{\partial B_z(R, \theta, 0)}{\partial \theta} z,$$

причем при $\frac{\pi}{48} < \theta < \frac{23\pi}{48}$ B_θ и $\frac{\partial^2 B_z(R, \theta, 0)}{\partial \theta^2}$ полагаются равными нулю. В прямолинейном промежутке компоненты поля вычисляются следующим образом:

$$B_x = \frac{\partial B_z(x, y, 0)}{\partial x} z, \quad /4/$$

$$B_y = \frac{\partial B_z(x, y, 0)}{\partial y} z,$$

$$B_z = B_z(x, y, 0) - \frac{z^2}{2} \left[\frac{\partial^2 B_z(x, y, 0)}{\partial x^2} + \frac{\partial^2 B_z(x, y, 0)}{\partial y^2} \right].$$

III. СТРУКТУРА ПРОГРАММЫ FORM

Программа FORM представляет собой систему подпрограмм. Для пользования этой системой необходимо написать программу-диспетчер, которая должна осуществлять требуемую последовательность обращений к подпрограммам системы FORM в их взаимодействие, выполнять, если необходимо, анализ промежуточных результатов и изменение в зависимости от них условий счета, производить графическую и цифровую выдачу результатов. Такая структура удобна тем, что позволяет быстро составить различные варианты, необходимые для каждого конкретного случая. На рис. 2 приведена функциональная схема программы. Ниже дано краткое описание основных подпрограмм системы FORM.

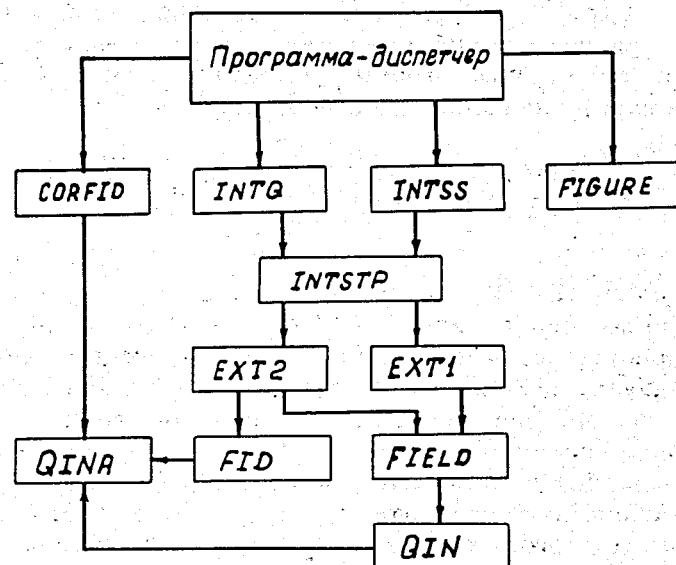


Рис. 2. Функциональная схема программы FORM.

1. Подпрограмма формирования магнитного поля (CORFID)

В этой подпрограмме в виде двумерного массива $V(33,42)$ задано нормированное на единицу исходное распределение торцового магнитного поля, измеренное при индукции 12620 Гс, с шагом 10 см. Если необходимо вести расчет при радиальном распределении, отличном от исходного, то требуемое распределение $V_z(R)$ с шагом 10 см задается в программе-диспетчер в виде одномерного массива $VZ(ILI)$, где ILI - число точек массива. Подпрограмма на основании заданной зависимости $V_z(R)$ строит новую таблицу торцового поля квадранта, причем азимутальное распределение магнитного поля сохраняется.

Полученный из измерений одномерный массив $DBZ(8)$, также заданный в подпрограмме, описывает вклад $\Delta B(R)$, вносимый в распределение $V_z(R)$ током 280 А в одной паре проводников, проложенных на нижнем и верхнем полюсах магнита при индукции 10 кГс. Измеренная зависимость $\Delta B(R)/B_0$ приведена на рис. 3а. Величина добавки в распределение магнитного поля квадранта, вызванной суммарным током дополнительных полюсных проводников, вычисляется по формуле

$$V_z(R) = \sum_{i=1}^{MZ} \Delta B(x_i) \beta_i C_i \quad /5/$$

Здесь $x_i = (R - R_i) C_i$, где R - текущий радиус, R_i - радиус i -ой пары проводников, $C_i = +1$, если для i -ой пары проводников "обратные" проводники проложены на большем радиусе, чем "прямые", и $C_i = -1$ в противном случае, MZ - число пар проводников, β_i - величина токов в i -ой паре проводников в амперах / $\beta_i > 0$, если направление тока совпадает с положительным направлением азимута/.

Значение коэффициента C_i в /5/ для "обратного" проводника должно совпадать со значением C_i для соответствующего "прямого" проводника, причем при вычислении поля безразлично, какой из двух полюсных проводников, образующих замкнутый виток, считать обратным.

Подпрограмма CORFID должна быть вызвана программой-диспетчер перед интегрированием траекторий. Обращение к подпрограмме имеет вид

CALL CORFID (BO, BZ, RZ1, ILI, MZ, RSZ, CZ, BKZ, KL).

Здесь BO - индукция основного поля в Гс, $RZ1$ - радиус, соответствующий первой точке массива BZ . Величины R_i , C_i и β_i задаются в программе-диспетчер в виде трех одномерных массивов, RSZ , CZ и BKZ соответственно, с одинаковым количеством точек MZ в каждом.

В число параметров обращения к подпрограмме входит переменная KL , определяющая режим работы подпрограммы. Если интегрирование производится при исходном распределении поля и вклад дополнительных полюсных проводников не учитывается, то $KL=0$. Обращение к подпрограмме в этом случае может быть записано в виде
CALL CORFID (0,0,0,0,0,0,0,0,0).

При $KL=1$ подпрограмма CORFID учитывает вклад проводников в исходное распределение поля. Обращение к подпрограмме имеет вид

CALL CORFID (BO,0,RZ1, ILI,MZ,RSZ, CZ, BKZ,1).

Распределение магнитного поля $V_z(R)$ формируется подпрограммой для интервала радиусов $RZ1 < R < RZ1 + 10(ILI - 1)$. Пример. Пусть требуется производить расчет траекторий при индукции 12000 Гс, предполагая, что распределение поля совпадает с исходным. Необходимо также учесть вклад в это распределение тока -560 А в паре полюсных проводников, расположенных на $R = 2840$ см, с обратными витками, расположенными на $R = 2760$ см. Поле необходимо сформировать для $2700 \text{ см} < R < 2900 \text{ см}$.

Тогда обращение к подпрограмме может быть записано в виде

CALL CORFID (12000,0,2700., 21,2, RSZ,CZ,BKZ,1),

где $RSZ(1) = 2760$, $RSZ(2) = 2840$, $BKZ(1) = 560$, $BKZ(2) = -560$, $CZ(1) = -1$, $CZ(2) = -1$.

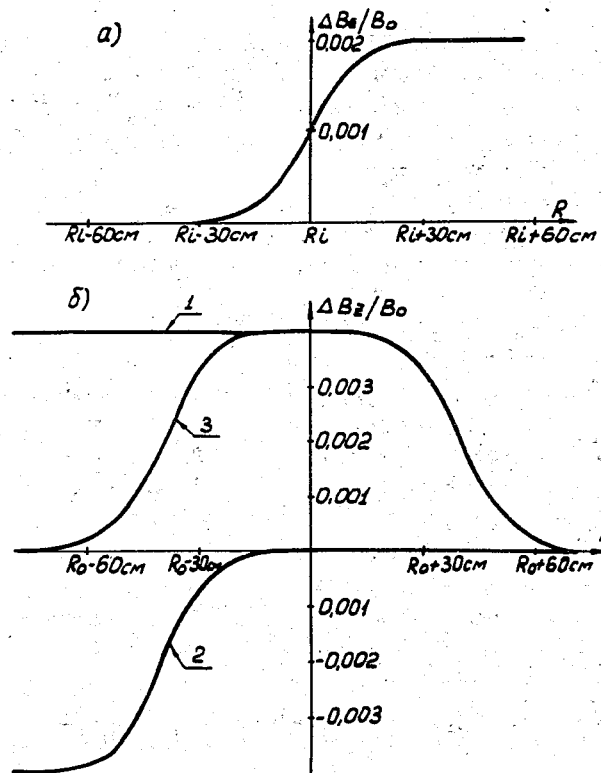


Рис. 3. Зависимости $\Delta B_z(R)/B_0$ от тока 280А в паре проводников, проложенных на радиусе R_i/a , и схема сложения полей от токов в двух полюсных проводниках с током 560А /б/. $B_0 = 10$ кГс.

На рис. 3б приведена схема сложения полей токов полюсных проводников для этого случая.

При $KL = 2$ подпрограмма на основании заданной в виде массива $BZ(HI)$ в программе-диспетчер зависимости $B_z(R)$ строит новую карту поля квадранта. При этом предполагается, что дополнительные полюсные проводники отсутствуют. Обращение имеет вид

CALL CORFID (BO,BZ,RZ1, ILI,0,0,0,0,2).

При $KL = 3$ по зависимости $B_z(R)$ строится новая двумерная таблица поля и одновременно учитывается вклад полюсных проводников.

2. Подпрограмма интегрирования в квадранте (INTQ)

Обращение к подпрограмме имеет вид

CALL INTQ (Z,P,BO,E,HN,X1).

Здесь Z - заряд частицы, P - импульс в ГэВ/с, BO - индукция основного поля в Гс, HN - шаг интегрирования, E - массив начальных условий, состоящий из пяти величин: $E(1) = R$ в см, $E(2) = \frac{dR}{ds} = \sin \alpha$, где α - угол

между горизонтальной проекцией траектории и координатной окружностью радиуса R , $E(3) = z$ в см, $E(4) =$

$= \frac{dz}{ds} = \sin \alpha_{\perp}$, где α_{\perp} - угол между касательной к

траектории частицы и медианной плоскостью, $E(5)$ - азимут θ , $X1$ - азимут конца интегрирования. При достижении азимута $X1$ происходит выход из подпрограммы, при этом $E(1), E(2), E(3), E(4)$ имеют значения, соответствующие этому азимуту, а $E(5) = X1$.

Подпрограмма INTQ допускает также обратное интегрирование, при этом HN должно быть отрицательным.

При интегрировании траекторий частиц малых импульсов в достаточно сильном поле $d\theta/ds$ может изменить знак на противоположный, и заданный азимут $X1$ не будет достигнут. В этом случае при изменении знака $d\theta/ds$ происходит выход из подпрограммы, при этом $E(5)$ равно значению азимута, при котором произошел выход из подпрограммы. Интегрирование такой траектории можно продолжить, обратившись к подпрограмме вторично, изменив при этом знаки величин $E(2), E(4)$ и HN на противоположные.

3. Подпрограмма интегрирования в прямолинейном промежутке (INTSS)

Обращение имеет вид

CALL INTSS(Z,P,BO,E,HN,X1),

где $E(1)=y$, $E(2)=dy/ds$, $E(3)=z$, $E(4)=dz/ds$,
 $E(5)=x$, $X1$ - значение координаты x , при котором интегрирование должно заканчиваться. Остальные параметры имеют тот же смысл, что и в подпрограмме INTQ.

4. Подпрограмма FIGURE

Эта подпрограмма осуществляет графическую выдачу результатов. Если имеются три одномерных массива, A , B , I , одинаковой размерности, причем I - массив буквенно-цифровых индексов, то в результате обращения к подпрограмме в заданном масштабе по оси y в пределах всей ширины листа АЦПУ по оси x точки с координатами (A_i, B_i) наносятся символами I_i . Обращение к подпрограмме имеет вид

CALL FIGURE (K,N,A,B,I),

где N - число строк АЦПУ, отводимых под график по оси y , K - число точек в массивах A , B и I /число точек на графике/.

При своей работе подпрограммы INTQ и INTSS используют библиотечную подпрограмму INTSTP, а также ряд других подпрограмм системы FORM, перечисленных на рис. 2: подпрограммы вычисления правых частей систем уравнений /1/ и /2/ (EXT2, EXT1), вычисления магнитного поля в квадранте и прямолинейном промежутке (FID, FIELD), одномерной и двумерной интерполяции по Бесселю (QINA, QIN).

III. ПРИМЕНЕНИЕ ПРОГРАММЫ FORM ДЛЯ ПОДБОРА ПАРАМЕТРОВ ПЕРВОЙ СТУПЕНИ ТРАНСПОРТИРОВКИ ВЫВЕДЕННОГО ПРОТОННОГО ПУЧКА

Первая ступень системы транспортировки в наиболее общем варианте предполагалась состоящей из расположенных во II прямолинейном промежутке отклоняющего

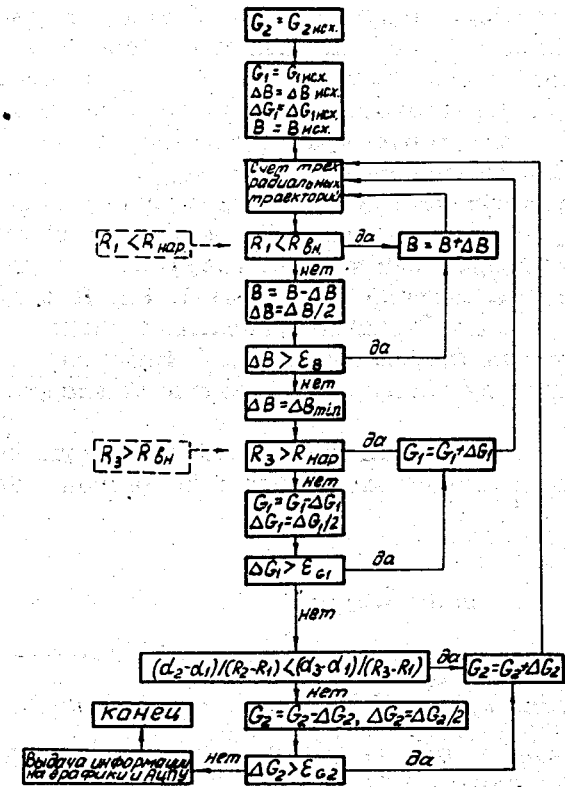


Рис. 4. Схема итеративного процесса для подбора параметров первой ступени системы транспортировки выведенного протонного пучка. Операторы, приведенные в пунктирных прямоугольниках слева, соответствуют режиму перефокусировки.

магнита с постоянным полем B , квадрупольной линзы, вертикальная компонента поля в которой $B_z(z=0) = G_1 y$, и секступольной линзы ($B_z(z=0) = G_2 y^2$).^{2/} Начальные условия на входе в отклоняющий магнит были получены из расчетов по программе MFIELD^{6/}.

Подбор параметров системы производился по итеративной схеме с использованием программы FORM. Блок-схема программы-диспетчер для этого случая приведена на рис. 4. Для подбора параметров были взяты при $z=0$ три траектории, соответствующие присептумной, осевой и наиболее удаленной от септума частиц. Их отклонения и горизонтальные углы на выходе второго квадранта на схеме обозначены (R_1, α_1) , (R_2, α_2) и (R_3, α_3) соответственно. Программа подбирает B и G_1 так, чтобы внутренний и наружный края пучка на выходе второго квадранта находились на радиусах $R_{вн.}$ и $R_{нар.}$ соответственно. Для улучшения эффективного горизонтального эмитанса секступольный градиент G_2 подбирался так, чтобы коэффициент корреляции отклонение-угол для трех рассматриваемых траекторий был равен 1. Расчеты производились для режимов с промежуточным изображением как внутри квадранта /перефокусировка/, так и вне квадранта /недофокусировка/. Полученные результаты подробно описаны в^{1,2/}.

Эксперименты на канале медленного вывода показали хорошее соответствие расчетных параметров с экспериментальными^{7/}.

Литература

1. Б.В.Василишин, И.Б.Иссинский, Е.М.Кулакова. ОИЯИ, Р9-6972, Дубна, 1973.
2. Б.В.Василишин, И.Б.Иссинский, Е.М.Кулакова, В.А.Михайлов. ОИЯИ, Б1-9-6536, Дубна, 1972.
3. Б.В.Василишин, Л.Н.Зайцев, И.М.Петоян. ОИЯИ, Р16-7036, Дубна, 1973.
4. Е.М.Кулакова, К.П.Мызников; Л.А.Смирнова, Б.Р.Феоктистов. ОИЯИ, Р-2880, Дубна, 1966.
5. Е.А.Дементьев, И.Б.Иссинский, Е.М.Кулакова, К.П.Мызников, М.Полак, Ф.Хованец. ОИЯИ, Р-2828, Дубна, 1966.

6. Б.В.Василишин, Е.М.Кулакова. ОИЯИ, 9-6720, Дубна, 1972.
7. Б.В.Василишин, В.И.Волков, Л.П.Зиновьев, И.Б.Иссинский, С.В.Каленов, С.А.Новиков, Б.Д.Омельченко, Н.И.Павлов, В.Ф.Сиколенко. ОИЯИ, Р9-6973, Дубна, 1973.

Рукопись поступила в издательский отдел
15 января 1974 года.

Приложение

```

SUBROUTINE CONFID(BO,BZ,RZ1,ILI,MZ,RSZ,C7,BKZ,KL)
DIMENSION BZ(ILI),RSZ(MZ),C7(MZ),BKZ(MZ),CC(100),SPR(33,42)
DIMENSION DBZ(8)
DIMENSION AC7(4)
COMMON/HFIELD/B(33,42)
DATA(KN=0)
DATA(0E7=.000005,.00009,.000364,.001012,.001673,.001932,.001998,
1.001998)
DATA((B(I, 1),I=1,33)= 0.000, 0.000, 0.000, 0.000, 0.000, 0.000,
1 0.003, 0.009, 0.018, 0.025, 0.030, 0.033, 0.036, 0.037, 0.037,
1 0.034, 0.031, 0.029, 0.029, 0.029, 0.029, 0.029, 0.030, 0.031,
1 0.030, 0.028, 0.027, 0.028, 0.032, 0.037, 0.041, 0.044, 0.045)
DATA((B(I, 2),I=1,33)= 0.000, 0.000, 0.000, 0.000, 0.004, 0.009, 0.014,
1 0.018, 0.024, 0.030, 0.035, 0.040, 0.046, 0.050, 0.053, 0.055,
1 0.056, 0.055, 0.055, 0.055, 0.056, 0.057, 0.058, 0.060, 0.062,
1 0.060, 0.058, 0.057, 0.057, 0.050, 0.063, 0.066, 0.068, 0.069)
DATA((B(I, 3),I=1,33)= 0.000, 0.000, 0.003, 0.008, 0.012, 0.018,
1 0.023, 0.031, 0.036, 0.045, 0.052, 0.058, 0.062, 0.070, 0.076,
1 0.078, 0.080, 0.083, 0.084, 0.086, 0.088, 0.091, 0.094, 0.095,
1 0.094, 0.091, 0.090, 0.090, 0.089, 0.093, 0.095, 0.097, 0.097)
DATA((B(I, 4),I=1,33)= 0.000, 0.003, 0.007, 0.011, 0.016, 0.022,
1 0.029, 0.037, 0.046, 0.056, 0.064, 0.073, 0.081, 0.089, 0.096,
1 0.101, 0.106, 0.110, 0.114, 0.117, 0.122, 0.126, 0.130, 0.132,
1 0.131, 0.128, 0.127, 0.126, 0.126, 0.128, 0.129, 0.130, 0.131)
DATA((B(I, 5),I=1,33)= 0.000, 0.004, 0.009, 0.014, 0.020, 0.027,
1 0.035, 0.044, 0.054, 0.065, 0.075, 0.086, 0.097, 0.107, 0.116,
1 0.124, 0.132, 0.138, 0.144, 0.150, 0.156, 0.161, 0.166, 0.169,
1 0.168, 0.166, 0.164, 0.163, 0.163, 0.164, 0.165, 0.167, 0.168)
DATA((B(I, 6),I=1,33)= 0.000, 0.005, 0.011, 0.017, 0.024, 0.032,
1 0.040, 0.051, 0.064, 0.077, 0.090, 0.104, 0.117, 0.130, 0.142,
1 0.154, 0.164, 0.174, 0.183, 0.190, 0.198, 0.204, 0.210, 0.212,
1 0.211, 0.209, 0.207, 0.207, 0.208, 0.210, 0.211, 0.212)
DATA((B(I, 7),I=1,33)= 0.000, 0.006, 0.013, 0.020, 0.028, 0.037,
1 0.045, 0.058, 0.073, 0.085, 0.102, 0.119, 0.134, 0.151, 0.167,
1 0.182, 0.197, 0.211, 0.224, 0.234, 0.243, 0.251, 0.256, 0.258,
1 0.258, 0.258, 0.257, 0.257, 0.258, 0.259, 0.261, 0.262, 0.264)
DATA((B(I, 8),I=1,33)= 0.002, 0.007, 0.015, 0.023, 0.032, 0.042,
1 0.050, 0.065, 0.082, 0.096, 0.114, 0.134, 0.150, 0.170, 0.191,
1 0.211, 0.233, 0.294, 0.273, 0.287, 0.298, 0.306, 0.312, 0.315,
1 0.316, 0.317, 0.318, 0.319, 0.320, 0.321, 0.323, 0.325, 0.326)
DATA((B(I, 9),I=1,33)= 0.002, 0.009, 0.017, 0.026, 0.036, 0.047,
1 0.055, 0.072, 0.090, 0.105, 0.125, 0.148, 0.169, 0.190, 0.213,
1 0.243, 0.274, 0.307, 0.335, 0.355, 0.369, 0.379, 0.385, 0.380,
1 0.391, 0.393, 0.396, 0.397, 0.400, 0.400, 0.403, 0.405, 0.408)
DATA((B(I,10),I=1,33)= 0.002, 0.009, 0.019, 0.029, 0.040, 0.050,
1 0.061, 0.080, 0.096, 0.115, 0.135, 0.160, 0.180, 0.205, 0.238,
1 0.278, 0.320, 0.372, 0.416, 0.444, 0.455, 0.477, 0.484, 0.487,
1 0.491, 0.492, 0.494, 0.498, 0.503, 0.508, 0.511, 0.515, 0.519)
DATA((B(I,11),I=1,33)= 0.002, 0.010, 0.021, 0.031, 0.041, 0.053,
1 0.065, 0.085, 0.104, 0.121, 0.145, 0.170, 0.195, 0.220, 0.260,
1 0.307, 0.370, 0.415, 0.523, 0.568, 0.597, 0.613, 0.622, 0.625,
1 0.630, 0.634, 0.637, 0.643, 0.648, 0.654, 0.656, 0.660, 0.664)
DATA((B(I,12),I=1,33)= 0.002, 0.012, 0.023, 0.033, 0.042, 0.055,
1 0.070, 0.090, 0.110, 0.130, 0.154, 0.175, 0.205, 0.235, 0.279,
1 0.335, 0.415, 0.534, 0.644, 0.715, 0.754, 0.772, 0.787, 0.791,

```

```

1 0.799, 0.807, 0.814, 0.819, 0.824, 0.827, 0.828, 0.829, 0.832)
DATA((B(I,13),I=1,33)= 0.003, 0.013, 0.026, 0.034, 0.043, 0.056,
1 0.074, 0.093, 0.112, 0.135, 0.160, 0.182, 0.211, 0.247, 0.296,
1 0.364, 0.469, 0.613, 0.745, 0.826, 0.870, 0.893, 0.905, 0.912,
1 0.922, 0.933, 0.942, 0.948, 0.952, 0.954, 0.954, 0.955)
DATA((B(I,14),I=1,33)= 0.003, 0.013, 0.026, 0.034, 0.045, 0.059,
1 0.074, 0.092, 0.112, 0.134, 0.159, 0.185, 0.216, 0.255, 0.307,
1 0.383, 0.499, 0.652, 0.786, 0.864, 0.905, 0.926, 0.939, 0.948,
1 0.959, 0.970, 0.988, 0.987, 0.991, 0.994, 0.995, 0.994, 0.995)
DATA((B(I,15),I=1,33)= 0.003, 0.013, 0.027, 0.035, 0.046, 0.059,
1 0.075, 0.094, 0.114, 0.137, 0.162, 0.189, 0.220, 0.260, 0.316,
1 0.395, 0.512, 0.673, 0.806, 0.879, 0.916, 0.936, 0.948, 0.959,
1 0.969, 0.981, 0.990, 0.997, 1.002, 1.005, 1.006, 1.006, 1.007)
DATA((B(I,16),I=1,33)= 0.003, 0.013, 0.027, 0.036, 0.047, 0.061,
1 0.077, 0.095, 0.116, 0.139, 0.165, 0.192, 0.225, 0.265, 0.322,
1 0.405, 0.527, 0.685, 0.818, 0.891, 0.922, 0.940, 0.961, 0.961,
1 0.972, 0.983, 0.993, 1.000, 1.005, 1.007, 1.008, 1.008, 1.009)
DATA((B(I,17),I=1,33)= 0.002, 0.013, 0.028, 0.036, 0.048, 0.062,
1 0.078, 0.097, 0.118, 0.141, 0.167, 0.195, 0.228, 0.270, 0.327,
1 0.412, 0.538, 0.699, 0.825, 0.892, 0.923, 0.941, 0.952, 0.959,
1 0.972, 0.984, 0.993, 1.000, 1.005, 1.008, 1.008, 1.009, 1.010)
DATA((B(I,18),I=1,33)= 0.003, 0.013, 0.028, 0.036, 0.048, 0.062,
1 0.078, 0.097, 0.118, 0.142, 0.168, 0.197, 0.231, 0.273, 0.331,
1 0.418, 0.545, 0.704, 0.830, 0.894, 0.924, 0.940, 0.951, 0.960,
1 0.971, 0.982, 0.992, 0.999, 1.003, 1.007, 1.007, 1.007, 1.008)
DATA((B(I,19),I=1,33)= 0.003, 0.014, 0.028, 0.037, 0.049, 0.063,
1 0.080, 0.098, 0.12, 0.144, 0.170, 0.199, 0.235, 0.279, 0.339,
1 0.428, 0.559, 0.719, 0.839, 0.898, 0.925, 0.941, 0.950, 0.957,
1 0.978, 0.982, 0.991, 0.998, 1.003, 1.006, 1.006, 1.006, 1.007)
DATA((B(I,20),I=1,33)= 0.003, 0.014, 0.028, 0.038, 0.049, 0.063,
1 0.080, 0.099, 0.121, 0.146, 0.172, 0.202, 0.236, 0.282, 0.344,
1 0.435, 0.568, 0.727, 0.842, 0.898, 0.924, 0.939, 0.948, 0.957,
1 0.968, 0.979, 0.989, 0.996, 1.000, 1.003, 1.003, 1.003, 1.004)
DATA((B(I,21),I=1,33)= 0.005, 0.016, 0.028, 0.038, 0.049, 0.064,
1 0.080, 0.100, 0.122, 0.146, 0.173, 0.203, 0.238, 0.284, 0.347,
1 0.448, 0.573, 0.732, 0.844, 0.897, 0.923, 0.937, 0.947, 0.950,
1 0.967, 0.978, 0.987, 0.994, 0.998, 1.001, 1.001, 1.001, 1.003)
DATA((B(I,22),I=1,33)= 0.005, 0.017, 0.028, 0.038, 0.050, 0.065,
1 0.082, 0.101, 0.123, 0.147, 0.174, 0.207, 0.240, 0.286, 0.358,
1 0.444, 0.580, 0.738, 0.847, 0.898, 0.922, 0.937, 0.946, 0.953,
1 0.965, 0.976, 0.986, 0.993, 0.997, 0.999, 1.000, 1.000, 1.000)
DATA((B(I,23),I=1,33)= 0.005, 0.017, 0.029, 0.039, 0.051, 0.066,
1 0.083, 0.102, 0.124, 0.148, 0.175, 0.208, 0.242, 0.288, 0.352,
1 0.448, 0.587, 0.743, 0.848, 0.898, 0.921, 0.935, 0.944, 0.953,
1 0.963, 0.974, 0.984, 0.991, 0.995, 0.997, 0.998, 0.998, 0.998)
DATA((B(I,24),I=1,33)= 0.005, 0.017, 0.029, 0.040, 0.052, 0.067,
1 0.084, 0.103, 0.125, 0.160, 0.176, 0.207, 0.243, 0.290, 0.354,
1 0.453, 0.593, 0.747, 0.848, 0.896, 0.919, 0.932, 0.941, 0.950,
1 0.960, 0.971, 0.981, 0.988, 0.992, 0.994, 0.994, 0.994, 0.995)
DATA((B(I,25),I=1,33)= 0.005, 0.018, 0.031, 0.041, 0.053, 0.068,
1 0.085, 0.105, 0.127, 0.151, 0.178, 0.208, 0.244, 0.291, 0.357,
1 0.455, 0.598, 0.750, 0.848, 0.894, 0.916, 0.929, 0.938, 0.946,
1 0.957, 0.968, 0.978, 0.985, 0.989, 0.991, 0.991, 0.991, 0.992)
DATA((B(I,26),I=1,33)= 0.005, 0.018, 0.031, 0.041, 0.054, 0.069,
1 0.086, 0.106, 0.128, 0.152, 0.178, 0.209, 0.245, 0.292, 0.358,

```

```

1 0.461, 0.603, 0.753, 0.847, 0.892, 0.914, 0.927, 0.936, 0.944,
1 0.954, 0.963, 0.975, 0.982, 0.986, 0.988, 0.988, 0.988, 0.989)
DATA((R(I,27),I=1,33)= 0.005, 0.018, 0.031, 0.042, 0.054, 0.069,
1 0.086, 0.106, 0.128, 0.152, 0.178, 0.208, 0.245, 0.292, 0.360,
1 0.461, 0.606, 0.753, 0.842, 0.886, 0.907, 0.924, 0.929, 0.939,
1 0.949, 0.961, 0.969, 0.976, 0.981, 0.983, 0.984, 0.986, 0.987)
DATA((B(I,28),I=1,33)= 0.005, 0.017, 0.030, 0.041, 0.054, 0.069,
1 0.086, 0.106, 0.127, 0.151, 0.177, 0.206, 0.243, 0.291, 0.358,
1 0.461, 0.605, 0.752, 0.840, 0.834, 0.905, 0.918, 0.926, 0.935,
1 0.945, 0.957, 0.967, 0.972, 0.978, 0.979, 0.979, 0.979, 0.980)
DATA((B(I,29),I=1,33)= 0.005, 0.017, 0.029, 0.040, 0.053, 0.068,
1 0.080, 0.105, 0.125, 0.149, 0.175, 0.203, 0.240, 0.287, 0.353,
1 0.456, 0.598, 0.743, 0.830, 0.876, 0.898, 0.910, 0.919, 0.927,
1 0.938, 0.950, 0.960, 0.965, 0.970, 0.970, 0.970, 0.970, 0.971)
DATA((B(I,30),I=1,33)= 0.005, 0.017, 0.028, 0.040, 0.057, 0.066,
1 0.083, 0.103, 0.123, 0.147, 0.171, 0.200, 0.235, 0.280, 0.346,
1 0.545, 0.585, 0.725, 0.812, 0.861, 0.885, 0.899, 0.908, 0.914,
1 0.927, 0.939, 0.948, 0.954, 0.956, 0.957, 0.957, 0.958, 0.959)
DATA((B(I,31),I=1,33)= 0.005, 0.017, 0.029, 0.039, 0.051, 0.065,
1 0.081, 0.100, 0.120, 0.141, 0.167, 0.192, 0.225, 0.265, 0.325,
1 0.412, 0.546, 0.671, 0.762, 0.814, 0.813, 0.859, 0.870, 0.879,
1 0.890, 0.901, 0.910, 0.917, 0.921, 0.921, 0.921, 0.921, 0.921)
DATA((P(I,32),I=1,33)= 0.002, 0.014, 0.027, 0.036, 0.050, 0.063,
1 0.080, 0.099, 0.115, 0.135, 0.160, 0.194, 0.214, 0.260, 0.300,
1 0.372, 0.434, 0.584, 0.663, 0.708, 0.739, 0.755, 0.767, 0.778,
1 0.785, 0.796, 0.804, 0.810, 0.814, 0.814, 0.814, 0.814, 0.814)
DATA((P(I,33),I=1,33)= 0.000, 0.011, 0.023, 0.034, 0.045, 0.060,
1 0.077, 0.091, 0.110, 0.130, 0.150, 0.173, 0.200, 0.230, 0.274,
1 0.350, 0.417, 0.483, 0.533, 0.567, 0.591, 0.606, 0.617, 0.627,
1 0.633, 0.641, 0.647, 0.651, 0.654, 0.656, 0.656, 0.655, 0.655)
DATA((P(I,34),I=1,33)= 0.000, 0.005, 0.018, 0.032, 0.044, 0.058,
1 0.073, 0.089, 0.106, 0.125, 0.145, 0.164, 0.190, 0.217, 0.250,
1 0.231, 0.337, 0.378, 0.410, 0.434, 0.452, 0.465, 0.475, 0.483,
1 0.489, 0.494, 0.498, 0.501, 0.503, 0.505, 0.506, 0.506, 0.506)
DATA((B(I,35),I=1,33)= 0.000, 0.005, 0.016, 0.028, 0.041, 0.053,
1 0.066, 0.081, 0.097, 0.114, 0.131, 0.149, 0.170, 0.193, 0.218,
1 0.245, 0.275, 0.300, 0.322, 0.340, 0.353, 0.363, 0.372, 0.378,
1 0.382, 0.386, 0.389, 0.391, 0.393, 0.394, 0.396, 0.397, 0.397)
DATA((P(I,36),I=1,33)= 0.000, 0.004, 0.015, 0.026, 0.037, 0.046,
1 0.050, 0.073, 0.087, 0.103, 0.119, 0.133, 0.149, 0.166, 0.185,
1 0.204, 0.223, 0.240, 0.266, 0.288, 0.278, 0.286, 0.293, 0.297,
1 0.301, 0.303, 0.305, 0.307, 0.309, 0.310, 0.312, 0.313, 0.313)
DATA((B(I,37),I=1,33)= 0.000, 0.003, 0.013, 0.023, 0.033, 0.042,
1 0.053, 0.064, 0.077, 0.089, 0.103, 0.116, 0.129, 0.142, 0.155,
1 0.169, 0.182, 0.194, 0.205, 0.214, 0.222, 0.228, 0.233, 0.237,
1 0.239, 0.241, 0.243, 0.244, 0.246, 0.247, 0.249, 0.250, 0.261)
DATA((P(I,38),I=1,33)= 0.000, 0.003, 0.012, 0.020, 0.028, 0.036,
1 0.045, 0.054, 0.066, 0.076, 0.086, 0.097, 0.107, 0.118, 0.126,
1 0.136, 0.144, 0.153, 0.161, 0.168, 0.174, 0.178, 0.182, 0.185,
1 0.187, 0.189, 0.189, 0.190, 0.192, 0.193, 0.195, 0.196, 0.197)
DATA((P(I,39),I=1,33)= 0.000, 0.002, 0.009, 0.017, 0.024, 0.030,
1 0.037, 0.044, 0.056, 0.062, 0.071, 0.079, 0.086, 0.093, 0.099,
1 0.105, 0.111, 0.115, 0.120, 0.127, 0.130, 0.134, 0.136, 0.139,
1 0.141, 0.141, 0.141, 0.142, 0.144, 0.146, 0.148, 0.151, 0.152)
DATA((P(I,40),I=1,33)= 0.000, 0.002, 0.003, 0.013, 0.018, 0.024,

```

```

1 0.030, 0.036, 0.042, 0.048, 0.054, 0.060, 0.065, 0.068, 0.072,
1 0.075, 0.078, 0.081, 0.084, 0.087, 0.090, 0.093, 0.095, 0.097,
1 0.098, 0.098, 0.098, 0.098, 0.099, 0.102, 0.105, 0.108, 0.111, 0.113)
DATA((B(I,41),I=1,33)= 0.000, 0.002, 0.006, 0.010, 0.015, 0.019,
1 0.023, 0.028, 0.032, 0.036, 0.040, 0.043, 0.044, 0.045, 0.044,
1 0.044, 0.045, 0.046, 0.047, 0.048, 0.050, 0.053, 0.055, 0.056,
1 0.056, 0.055, 0.056, 0.058, 0.062, 0.066, 0.071, 0.076, 0.079)
DATA((B(I,42),I=1,33)= 0.000, 0.001, 0.004, 0.008, 0.011, 0.014,
1 0.017, 0.020, 0.023, 0.025, 0.026, 0.027, 0.027, 0.025, 0.015,
1 0.011, 0.009, 0.008, 0.009, 0.008, 0.009, 0.011, 0.012, 0.012,
1 0.010, 0.010, 0.011, 0.016, 0.025, 0.033, 0.041, 0.047, 0.051)
RZ2=RZ1+10.*(I1-1)
IF(KN.EQ.0.AND.KL.EQ.0)GO TO 7
RD1=-30.$RD2=40.
IF(KN.EQ.1)GO TO 1
DO 2 I2=1,42
DO 3 I3 =1,33
SPR(I3,I2)=B(I3,I2)
3 CONTINUE
2 CONTINUE
KN=1
1 CONTINUE
IF(KL.NE.0)GO TO 4
DO 5 I5=1,42
DO 6 I6=1,33
B(I6,I5)=SPR(I6,I5)
6 CONTINUE
5 CONTINUE
GO TO 7
4 NZ1=(RZ1-2580.)/10.$NZ2=(RZ2-2580.)/10.
DO 8 I8=1,42
IF(I8.LT.NZ1.OR.I8.GT.NZ2)GO TO 9
RZ1=2590.+(I8-1)*10.$DZ=0
IF(KL.EQ.2)GO TO 10
DO 11 I11=1,MZ
XZ=(RZ1-RSZ(I11))*CZ(I11)
IF(XZ.LT.RD1)GO TO 11
IF(XZ.GT.RD2)XZ=RD2
JZ=(XZ-RD1)/10.+1.$DZ=DZ+DBZ(JZ)*CZ(I11)*BKZ(I11)*10000./(80*280.)
11 CONTINUE
10 CONTINUE
JZ=(RZ1-RZ1)/10.+1.$DDB=DZ+BZ(JZ)
IF(KL.EQ.1)DDB=DZ +SPR(33,I8)
CC(I8)=DDB/SPR(33,I8)$GO TO 8
9 CC(I8)=1.
8 CONTINUE
DO 12 I12=1,33
DO 13 I13=1,42
XZ=330.-I12*10.$YZ=I13*10.-220.$TET=ATAN(XZ/(YZ+2800.))
TEO=3.14159/48.$RZI=YZ+2800.$IF(TET.GT.TEO)GO TO 14
RZ=SQR(XZ**2+RZI**2)$GO TO 15
14 A1=SIN(TEO)$A2=COS(TEO)$TA=A1/A2$AD=RZI*TA$AC=XZ-AD
AE=AC*A1$OA=RZI/A2$RZ=OA+AE
15 JZ=(RZ-2590.)/10.+2.$IF((JZ-2).GT.0)GO TO 16
JZ=3

```

```

16 IF((JZ+2).LT.42)GO TO 17
JZ=41
17 XZ=(RZ-2590.)/10.-JZ+2.$XZ1=XZ*(1.-XZ)/4.
DO 18 I18=1,4
18 ACZ(I18)=CC(JZ-3+I18)
CALL QINA(XZ,XZ1,ACZ,CO)
B(I12,I13)=SPR(I12,I13)*CO
13 CONTINUE
12 CONTINUE
7 CONTINUE
RETURN$END

```

```

SUBROUTINE INTSS(Z,P,BO,E,HN,X1)
DIMENSION Y(6),E(5)
COMMON/BLOK1/M,BA,Q,U
EXTERNAL EXT1
Y(1)=E(1)$Y(2)=E(2)$Y(3)=E(3)$Y(4)=E(4)$Y(5)=E(5)
BA=BO$Q=Z$U=P$H=HN$K=SIGN(1,HN)
M=2
AL=SIN(Y(2))$AL1=COS(Y(2))$AL2=SIN(Y(4))$AL3=COS(Y(4))
Y(2)=AL*AL3$Y(4)=AL2$X=0
Y(6)=AL1*AL3
1 DKN=Y(5)
CALL INTSTP(6,H,X,Y,EXT1)
IF(Y(6).LE.0)GO TO 2
AB=ABS(Y(1))$IF(AB.GT.600.)GO TO 2
AB=Y(5)-X1$DEL=Y(5)-DKN$DE=ABS(AB)
IF(DE.LE.0.01)GO TO 3
IF(K*AB.LT.0)GO TO 1
K=-K$H=-H*AB/DEL$GO TO 1
3 Y(5)=X1
2 DR=SQRT(1.-Y(4)**2)
Y(4)=ASIN(Y(4))$DR=Y(2)/DR$Y(2)=ASIN(DR)
E(1)=Y(1)$E(2)=Y(2)$E(3)=Y(3)$E(4)=Y(4)$E(5)=Y(5)
RETURN$END

```

```

SUBROUTINE INTQ(Z,P,BO,E,HN,X1)
DIMENSION Y(6),E(5)
COMMON/BLOK2/BA,Q,U
EXTERNAL EXT2
Y(1)=E(1)$Y(2)=E(2)$Y(3)=E(3)$Y(4)=E(4)$Y(5)=E(5)
BA=BO$Q=Z$U=P$H=HN$K=SIGN(1,HN)
AL=SIN(Y(2))$AL1=COS(Y(2))$AL2=SIN(Y(4))$AL3=COS(Y(4))
Y(2)=AL*AL3$Y(4)=AL2$X=0
Y(6)=AL1*AL3/Y(1)
1 DKN=Y(5)
CALL INTSTP(6,H,X,Y,EXT2)
IF(Y(6).LE.0)GO TO 2
IF(Y(1).GT.3300.0.OR.Y(1).LT.2500.)GO TO 2
AB=Y(5)-X1$DEL=Y(5)-DKN$DE=ABS(AB)
IF(DE.LE.0.000005)GO TO 3
IF(K*AB.LT.0)GO TO 1
K=-K$H=-H*AB/DEL$GO TO 1
3 Y(5)=X1
2 DR=SQRT(1.-Y(4)**2)
Y(4)=ASIN(Y(4))$DR=Y(2)/DR$Y(2)=ASIN(DR)
E(1)=Y(1)$E(2)=Y(2)$E(3)=Y(3)$E(4)=Y(4)$E(5)=Y(5)
RETURN$END

```

```

SUBROUTINE QIN(X,Y,BI,HX,HY,XN,YN,NX,NY,B)
DIMENSION B(NX,NY),BA(4),AB(4)
KX=(X-XN)/HX+2.$KY=(Y-YN)/HY+2.
IF((KX-2).GT.0)GO TO 11
KX=3
11 IF((KY-2).GT.0)GO TO 12
KY=3
12 IF((KX+1).LT.NX)GO TO 13
KX=NX-1
13 IF((KY+1).LT.NY)GO TO 14
KY=NY-1
14 XK=(X-XN)/HX-KX+2.$YK=(Y-YN)/HY-KY+2.
XK1=XK*(1-XK)/4.$YK1=YK*(1-YK)/4.
DO 1 I1=1,4
DO 2 I2=1,4
2 BA(I2)=B(KX-3+I1,KY-3+I2)
CALL QINA(YK,YK1,BA,BI)
1 AB(I1)=BI
CALL QINA(XK,XK1,AB,BI)
RETURN
END

```

```

SUBROUTINE QINA(YK,YK1,AB,BI)
DIMENSION AB(4)
DO=AB(3)-AB(2)$D1=AB(4)-AB(3)$D2=AB(2)-AB(1)
BI=AB(2)+YK*DO-YK1*(D1-D2)
RETURN$END

```

```

SUBROUTINE FIELD(M,X,Y,BO,BI)
COMMON/BLOK3/BH(11),K
COMMON/MFIELD/B(33,42)
GO TO (1,2),H
1 BI=BM(1)$IF(K.EQ.1)GO TO 3
DO 4 I4=2,K
J=I4-1
4 BI=BI+BM(I4)*Y**J
GO TO 3
2 XN=320.$YN=-210.$NX=33$NY=42$HX=-10.$HY=10.
CALL QIN(X,Y,BI,HX,HY,XN,YN,NX,NY,B)
BI=BI*BO$RAD=ABS(Y)$IF(RAD.GT.240.)BI=0
IF(X.GT.340.)BI=0
3 CONTINUE
RETURN$END

```

```

SUBROUTINE FID(Y1,BI)
COMMON/MFIELD/B(33,42)
DIMENSION BA(4)
K=(Y1-2590.)/10.+2$IF((K-2).GT.0)GO TO 1
K=3
1 IF((K+2).LT.42)GO TO 2
K=41
2 XK=(Y1-2590.)/10.-K+2.$XK1=XK*(1.-XK)/4.
DO 3 I3=1,4
3 BA(I3)=B(33,K-3+I3)
CALL QINA(XK,XK1,BA,BI)
IF(Y1.GT.3030.0.OR.Y1.LT.2570.)BI=0
RETURN$END

```

```

SUBROUTINE EXT1(X,Y,F)
DIMENSION Y(6),F(6),BB(5),DY(5),DX(5)
COMMON/BLOK1/M,BO,Z,P
DATA(DY=0,0,0,-10.,10.)
DATA(DX=-10.,0,10.,0,0)
PHI=3.14159/48.FPH=COS(PHI)*PHI=SIN(PHI)$AD=2800.*(1.-PH)
ADD=2900.*PHI
DO 1 I1=1,5
Y1=Y(1)+DY(I1)$X1=Y(5)+DX(I1)
IF(M.EQ.2) GO TO 2
CALL FIELD(M,X1,Y1,BO,BI)$ GO TO 1
2 X1=400.-ABS(X1)$Y1=Y1+AD$X1=X1+ADD
AD1=Y1*PH$AD2=X1*PHI$X1=X1*PH+Y1*PHI$Y1=AD1-AD2$BI=0
IF(X1.LT.330.) CALL FIELD(M,X1,Y1,BO,BI)
1 BB(I1)=BI
GX=(BB(3)-BB(1))/20.$GY=(BB(5)-BB(4))/20.
DGX=(BB(3)-2.*BB(2)+BB(1))/100.
DGY=(BB(5)-2.*BB(4)+BB(3))/100.
BX=GX*Y(3)$BY=GY*Y(3)$B=BB(2)-((DYGX+DGY)*Y(3)**2)/2.
AK=.000000299793*Z/P
F(1)=Y(2)$F(2)=AK*(Y(4)*BX-Y(6)*3)$F(3)=Y(4)
F(4)=AK*(Y(6)*BY-Y(2)*BX)$F(5)=Y(6)$F(6)=AK*(Y(2)*B-Y(4)*BY)
RETURN$END

```

```

SUBROUTINE EXT2(X,Y,F)
DIMENSION Y(6),F(6),BB(5),DY(5),DX(5),DR(3)
COMMON/BLOK2/BO,Z,P
DATA(DY=0,0,0,-10.,10.)
DATA(DX=-0.003,0,0.003,0,0)
DATA(DR=-10.,0,10.)
PH1=3.14159/48*PH2=PH1*23.
IF(Y(5).LT.PH2.AND.Y(5).GT.PH1)GO TO 1
DO 2 I2=1,5
RR=Y(1)+DY(I2) $ PP=Y(5)+DX(I2) $ PHI=PP-PH2
IF(PP.LT.1.) PHI=PH1-PP
IF(PHI.GT.0) GO TO 3
CALL FID(RR,BI)
BI=BI*BO$ GO TO 2
3 RX=RR*SIN(PHI)$RY=RR*COS(PHI)-2800.
CALL FIELD(2,RX,RY,BO,BI)
2 BB(I2)=BI
GR=(BB(5)-BB(4))/20.$GP=(BB(3)-BB(1))/0.006
DGR=(BB(5)-BB(2)-BB(2)+BB(4))/100.
DGP=(BB(3)-BB(2)-BB(2)+BB(1))/0.000009.
BP=GP*Y(3)/Y(1)$BR=GR*Y(3)
B=BB(2)-(GR/Y(1)+DGR+DGP/(Y(1)**2))*Y(3)**2/2.
GO TO 4
1 CONTINUE
DO 5 I5=1,3
RR=Y(1)+DR(I5)$CALL FID(RR,BI)
5 BB(I5)=BI*BO
GR=(BB(3)-BB(1))/20. $ DGR=(BB(3)-BB(2)-BB(2)+BB(1))/100.
B=BB(2)-(GR/Y(1)+DGR)*Y(3)**2/2.
BR=GR*Y(3) $ BP=0
4 AK=-0.000000299793*Z/P
F(1)=Y(2) $ F(3)=Y(4) $ F(5)=Y(6)
F(2)=Y(1)*Y(6)**2+AK*(Y(6)*Y(1)*B-Y(4)*BP)
F(4)=AK*(Y(2)*BP-Y(1)*Y(6)*BR)
F(6)=AK*(Y(4)*PR-Y(2)*B)-2.*Y(2)*Y(5)/Y(1)
RETURN $ END

```

```

SUBROUTINE FIGURE(K,L,A,B,IA)
DIMENSION A(K),B(K),IA(K),IB(999,3),IN(101),AR(11)
IF(K.GT.1) GO TO 111
PRINT 112
112 FORMAT(2X,3HONE)
GO TO 113
111 CONTINUE
AX1=A(1)$AN1=A(1)$AX2=B(1)$AN2=B(1)$KA=K-1
DO 1 I1=1,KA
IF(AX1.GT.A(I1+1))GO TO 10
AX1=A(I1+1)
10 IF(AX2.GT.B(I1+1))GO TO 11
AX2=B(I1+1)
11 IF(AN1.LT.A(I1+1))GO TO 12
AN1=A(I1+1)
12 IF(AN2.LT.B(I1+1))GO TO 13
AN2=B(I1+1)
13 CONTINUE
1 CONTINUE
DX=(AX1-AN1)/100.
AX1=AX1+DX$AN1=AN1-DX
DX=(AX1-AN1)/100.
DY=(AX2-AN2)/L
AX2=AX2+DY$AN2=AN2-DY
DY=(AX2-AN2)/L
DO 2 I2=1,K
IB(I2,1)=(A(I2)-AN1)/DX+1$IB(I2,2)=(B(I2)-AN2)/DY+1
IB(I2,3)=IA(I2)
2 CONTINUE
K1=0$K2=9
DO 3 I3=1,L
IN(I)=1H$K2=K2+1
DO 4 I4=1,100
D05 I5=1,K$IF(IB(I5,1).EQ.I4.AND.IB(I5,2).EQ.(L+1-I3))GO TO 19
5 CONTINUE
K1=K1+1$IF(K1.LT.10)GO TO 14
K1=0$IN(I4+1)=1H$GO TO 4
14 IF(K2.LT.10)GO TO 15
IN(I4+1)=1H*$ GO TO 4
19 IN(I4+1)=IA(I5)$K1=K1+1$IF(K1.LT.10)GO TO 4
K1=0$GO TO 4
15 IN(I4+1)=1H
4 CONTINUE
IF(K2.LT.10)GO TO 16
K2=0
16 AL=AX2-(I3-1)*DY
PRINT 17,AL,IN
17 FORMAT(1X,F8.3,101A1)
3 CONTINUE
D06 I6=1,100
6 IN(I6+1)=1H-
PRINT 18,IN
18 FORMAT(9X,101A1)
DO 7 I7=1,11
7 AR(I7)=AN1+10*(I7-1)*DX
PRINT 8,AR
8 FORMAT(3X,11F10.3)
113 CONTINUE
RETURN$END

```