

сообщения
объединенного
института
ядерных
исследований
дубна

385 / 83

17/1-83

11-82-739

Х.Семерджиев

ПРОГРАММНАЯ РЕАЛИЗАЦИЯ
МАТЕМАТИЧЕСКОЙ МОДЕЛИ
ПРОЦЕССА ОБРАЗОВАНИЯ ФРОНТА ИОНИЗАЦИИ
ПРИ ИНЖЕКЦИИ
РЕЛЯТИВИСТСКОГО ЭЛЕКТРОННОГО ПУЧКА
В КАМЕРУ С ГАЗОМ

1982

Настоящая работа является дополнением к работе /1/. Здесь реализуется в виде фортран-программы математическая модель, разработанная в /1/ для описания процесса образования фронта ионизации при инжекции релятивистского электронного пучка в камеру с газом. Программа составлена для ЭВМ СВС-6500. Ниже приводится описание основных ее параметров, а в приложении дается ее полный текст. Пакет состоит из основной программы и 17 подпрограмм. Пользователю необходимо составлять только основную программу; поэтому опишем подробно ее параметры. Смысл параметров следующий:

n, a - размеры цилиндрической камеры: n - длина, a - радиус;
 b - радиус инжектируемых в камеру крупных частиц, имеющих форму бесконечно тонких дисков;

v_0 - отношение $\frac{v_0}{c}$, где v_0 - начальная скорость каждой крупной частицы, c - скорость света;

n - массив, содержащий числа электронов в последовательно инжектируемых частицах. Если у всех крупных частиц предполагается одинаковое число электронов, то это число задается параметром v_0 ;

NN - максимальное число крупных частиц, которые могут находиться в камере;

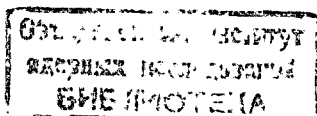
ION - число наблюдаемых пробных ионов. В программе имеется ограничение: $NN + ION \leq 50$;

$TINJ$ - начиная с момента $t=0$, через $t=TINJ$ в камеру инжектируются последовательные крупные частицы;

NTT - полное число частиц, которые могут быть инжектированы в камеру;

GNG - плотность газа в камере;

$SIG1, SIG2, v_s$ - это параметры σ_1, σ_2 и v_s , смысл которых указан на рис. 10 /1/. В приведенной основной программе (см. Приложение) рассматривается случай $\sigma_1 = \sigma_2$.



KVAR - если KVAR=0, программа работает в режиме, когда в камере вакуум, а если KVAR=1, в камере есть газ;

KVAR1 - если KVAR1=0, программа работает в режиме, когда рассматривается движение только электронного пучка, а если KVAR1=1, прослеживается движение определенного числа пробных ионов;

TLIMIT - максимальное время прослеживания движения электронов и ионов в камере;

TION - момент "запуска" ионов;

FORM - числовой фактор: если FORM=1, то масса запускаемых ионов действительная, а если FORM > 1, то ионы фиктивные, так как их масса берется в FORM раз меньше;

KF - число используемых членов разложения в ряд Фурье функции, изображенной на рис. 10^{1/1};

MMV, MMI - числа используемых членов соответственно в первой и второй суммах в формуле (17)^{1/1};

NI - шаг интегрирования системы дифференциальных уравнений (18)^{1/1} по методу Рунге-Кутты;

ZI - массив: ZI(1), ZI(3), ..., содержат начальные положения пробных ионов, а ZI(2), ZI(4), ..., - их начальные скорости;

TIT, TH - начальный момент и шаг по времени, через который вычисляются и печатаются плотности, электронная и ионная, и поля.

Остальные параметры, входящие в общие блоки /N/, /SIG/, /NH/, /ARAM/, /TIME/, /BESS/, /NEQ/ и /ZZ/, задаются в подпрограммах автоматически, и поэтому они здесь не описаны.

Подпрограммы MODELL, HELP, SIGMA, FCN, FORCE, SIGNUM, F, G и DENSIT являются вспомогательными и не имеют самостоятельного значения. Ниже будет указано назначение остальных подпрограмм, которые имеют также и самостоятельное значение.

SUMSIN, SUMCOS и SINCOS - через эти подпрограммы вычисляются по модифицированным нами вариантам экономичных алгоритмов^{2/} тригонометрические суммы соответственно по синусам, по косинусам и смешанные суммы (по синусам и косинусам).

RUNGEC - подпрограмма предназначена для интегрирования систем обыкновенных дифференциальных уравнений первого порядка (задача Коши) методом Рунге-Кутты четвертого порядка.

PADE, PADE1 - подпрограмма PADE работает совместно с PADE1 и из частичной суммы некоторого тригонометрического ряда формирует тригонометрическую аппроксимацию Паде для функции, заданной этим рядом. Здесь реализован наш метод^{3/}.

PADEX - здесь запрограммировано точное выражение диагональной аппроксимации Паде пятого порядка для функции скачка. Алгоритм описан в^{4,5/}.

LINROT - подпрограмма для решения систем линейных алгебраических уравнений методом вращения^{6/}.

Программа использует дополнительно только библиотечные функции BESJO, BES1I, BESKO и BESK1 для вычисления модифицированных функций Бесселя I₀, I₁, K₀ и K₁.

По этой программе за 1 час машинного времени на CDC-6500 было прослежено движение электронного пучка, составленного примерно из 100 крупных частиц в режиме KVAR = I и KVAR1 = I.

Для часто используемого случая $\sigma_1 = \sigma_2$ можно составить отдельную программу, которая будет работать в несколько раз быстрее.

В заключение автор выражает свою благодарность С.Н. Доле, Е.П. Жидкову и С.Б. Рубину за полезные обсуждения.

ПРИЛОЖЕНИЕ

```
PROGRAM NEWNEW(INPUT,OUTPUT,TAPE6)
DIMENSION N(200),Q(200),Q1(200)
COMMON/N/N,GNG,EJ,TT
COMMON/SIG/SIG1,SIG2,VS,PL(2)
COMMON/NH/H1,H2,46,XXXX(500)
COMMON/ARAM/ V3,A,B,H,HN,NG,P,Q,Q1,PH
COMMON /TIME/ TIT,TH,TINJ,TLIMIT,NTT,ION
COMMON/KV/KVAR,KVAR1
COMMON/BI/B1,BES(20),FOUR(23),BEST(20),MMV,KF,MMI
COMMON/NEQ/ NEQ,IEQ,NEQ1,MEQ2,TION,FORM,NV1,NV,NUM(50),NUMT(50)
COMMON /ZZ/ ZE(430),ZI(20)
A=5.
H=10.
B=3.
VQ=.9
VS=.1
GNG=5.E+16
SIG1=5.E-13
SIG2=SIG1
KVAR=1
KVAR1=1
NTT=200
HN=47
ION=3
TINJ=.2
TION=.1
TT=.55
TH=.5
TLIMIT=40.
FORM=901.
KF=17
MMI=7
MMV=15
NT=.05
NO=1E+12
DO 5 I=1,NTT
N(I)=NO
IEQ=2*ION
IF (IEQ) 9001,9003,9001
9001 CONTINUE
DO 417 I=1,IEQ,2
ZI(I)=1*.05
ZI(I+1)=0.
ZI(1)=1.
ZI(3)=1.5
ZI(5)=2.
CONTINUE
9000 CALL MODELL
END
```

```

C
SUBROUTINE LIHROT(A,I1,I2,I3,XX)
DIMENSION A(I2,I3),XX(I2),Y1(20)
EPS=1.E-12
DO 15 M=1,I1
H3=M+1
DO 15 I=M3,I2
RT=SQRT(A(H,M)**2+A(I,M)**2)
IF(RT-EPS) 5,5,3
5
S=L
C=1.
GO TO 6
3
CONTINUE
S=-A(I,M)/RT
C=A(H,M)/RT
6
DO 7 K=M,I3
BMK=C*A(M,K)-S*A(I,K)
BIK=S*A(M,K)+C*A(I,K)
A(H,K)=BMK
A(I,K)=BIK
7
CONTINUE
15
CONTINUE
XX(I2)=A(I2,I3)/A(I2,I2)
DO 101 NN=1,I1
M1=I2-NN
Y1(M1)=A(M1,I3)
M4=M1+1
DO 102 N=M4,I2
Y1(M1)=Y1(M1)-A(M1,N)*XX(N)
102
CONTINUE
101
CONTINUE
RETURN
END

```

```

C
FUNCTION PADEX(X)
COMMON/H13/ H13(21,22),A13(5),B13(5),C13(5),D13(5),
AALPHA(15),BETA(15),M13,N13,DZ,ALPHAZ,BZERO
PAD=SINCO(X,B13,A13,5,BZERO)/SINCO(X,D13,C13,5,DZ)
RETURN
END

```

```

C
FUNCTION PADEEX(X)
P=3.14159265359
S=1.
PADEEX=S*4.096.*[25.*X+20].*X**3+56.*X**5)/
(315.*P*(8.+440.*X+715.*X**4))
RETURN
END
END

```

```

C
SUBROUTINE MODELL
EXTERNAL FCN
INTEGER POLY
DIMENSION POLY(200),ILIA(200),MARY(200),XN(200),XS(200)
DIMENSION T(201),Y(100)
DIMENSION Q(200),Q1(200)
DIMENSION Z(200)
DIMENSION N(200)
COMMON/N/N,GNG,E,TT
COMMON/SIG/SIG1,SIG2,VS,PL(2)
COMMON/H/H1,H2,H6,XXXX(500)
COMMON/ARAM/V0,A,B,H,NN,MJ,P,Q,Q1,PH
COMMON/TIME/T1,TI,TH,TINJ,TLIMIT,NTT,ION
COMMON/H13/ H13(21,22),A13(5),B13(5),C13(5),D13(5),
AALPHA(15),BETA(15),M13,N13,DZ,ALPHAZ,BZERO
COMMON/ZZ/ ZE(40),ZI(2)
COMMON/NEQ/ NEQ1,NEQ2,TION,FORM,NV1,NV,NUM(50),NUMT(50)
COMMON/NF/ TPLUS(200,3),INF(200,3),XM(200,5),SIG(200,3)
COMMON/H/H(100),H1(100)
COMMON/EP/ EP(200)
COMMON/BESS/ BES(20),FOUR(20),3ESI(20),MMV,KF,MMI
COMMON/KEX/KEX(200)
COMMON/KVA/KVAR,KVAR1
COMMON/KEY/KEY
FORM=-FORM/1850.
KEY=0
ED=4.8E-10
P=3.1415926536
PH=P/H
PL(1)=1.
PL(2)=.5
CALL HELP

```

```

8001 IF(SIG1-SIG2) 8001,8002,8001
8002 CALL PADEX
CONTINUE
DO 101 I=1,NTT
EP(I)=1.
T(I)=0.
DO 1 I=2,NTT
TI(I)=TI(I-1)+TINJ
H2=HI*.5
H6=HI/6.
DO 203 I=1,NTT
Q(I)=2.8E-13*N(I)*8./(B*B*P)
203 Q1(I)=Q(I)*2.*GNG/PH
DO 3000 IY=1,NTT
ILIA(IY)=0
POLY(IY)=(.
MARY(IY)=0.
KEX(IY)=0
3000 XN(IY)=V0
DO 418 I=1,NN
418 NUM(I)=1
NT1=2*NTT
DO 416 I=1,NT1,2
416 ZE(I+1)=V0
ZE(I)=0.
LLL=0
NF=0
NV=1
NV1=0
TT=0.
100 CONTINUE
IF(TT.GT.TLIMIT) STOP
NV1=NV1+1
NON=0
DO 501 I=1,NV
NUM=NUM(I)
IF(EP(NUM)) 503,501,503
503 NON=NON+1
NUMT(NON)=NUM(I)
501 CONTINUE
IF(NON) 507,505,507
505 NF=1
NUM(NF)=NV1
Z(1)=ZE(2*NV1-1)
Z(2)=ZE(2*NV1)
GO TO 556
DO 508 I=1,NON
NUM(I)=NUMT(I)
NUMI=NUM(I)+2
508 Z(2*I-1)=ZE(NUMI-1)
Z(2*I)=ZE(NUMI)
NF=1
IF(NV1.EQ.1) GO TO 556
NF=NON+1
NUM(NF)=NV1
Z(2*NF)=ZE(2*NV1)
Z(2*NF-1)=ZE(2*NV1-1)
GO TO 556
666 T(HV1+1)=TLIMIT
6666 CONTINUE
IF(NV) 9005,1000,9005
9005 CONTINUE
NON=0
DO 901 I=1,NV
NUMI=NUM(I)
IF(EP(NUMI)) 903,901,903
903 NON=NON+1
NUMT(NON)=NUM(I)
901 CONTINUE
IF(NON) 907,902,907
902 NF=0
GO TO 556
DO 907 I=1,NON
NUM(I)=NUMT(I)
NUMI=NUM(I)+2
907 Z(2*I-1)=ZE(NUMI-1)
Z(2*I)=ZE(NUMI)
NF=NON
NEQ=2*NF
NV=NF
10000 NEQ=2*NV
IF(LLL=1) 1001,11,11

```

```

1001 CONTINUE
444 IT=(INV1)
PRINT 10,MV1
10 FORMAT(30X,8H CASE OF,I4,2X,9HPARTICLES)
11 IF(NEQ) 406,406,407
407 PRINT 2L8,(NUM(I),I=1,NF)
208 FORMAT(30I4)
GO TO 408
406 IF(KVAR1.EQ.0) STOP
GO TO 411
408 DO 412 I=1,NEQ
412 Y(I)=Z(I)
IF(KVAR1.EQ.0) GO TO 410
411 IF(TT+1.E-5-TION)413,415,415
415 KEY=1
IEQ=2*ION
NEQ2=NEQ+IEQ
NEQ1=NEQ+1
DO 414 I=NEQ1,NEQ2
414 I=NEQ1
INE=I-NEQ
Y(I)=ZI(INE)
GO TO 1111
410 IEQ=0
NEQ2=NEQ+IEQ
NEQ1=NEQ+1
1111 TP=TI+HI
HI=HI
IF(NEQ+IEQ.EQ.0) STOP
NEQ3=NEQ+IEQ
DO 5088 I=1,NEQ3
5088 W(I)=Y(I)
IF(KVAR.EQ.0) GO TO 555
IF(NEQ) 9003,555,9003
9003 CONTINUE
DO 2002 IX=2,NEQ,2
2002 J1=IX/2
J1=NUM(J1)
IF(Y(IX)-VS)2012,2,02,2002
ILJA(J1)=ILJA(J1)+1
IF(ILJA(J1).GT.1) GO TO 2004
KEX(J1)=KEX(J1)+1
KE=KEX(J1)
TPLUS(J1,KE)=TT
INF(J1,KE)=-1981
SIG(J1,KE)=SIGNUM(XN(J1)-XS(J1))
XM(J1,KE)=Y(IX-1)
W(IX)=VS
GO TO 2000
2001 IF(Y(IX).LE.0.) GO TO 2033
GO TO 2000
2003 MARY(J1)=MARY(J1)+1
IF(MARY(J1).GT.1) GO TO 2004
KEX(J1)=KEX(J1)+1
KE=KEX(J1)
TPLUS(J1,KE)=TT
INF(J1,KE)=2
SIG(J1,KE)=SIGNUM(XN(J1)-XS(J1))
XM(J1,KE)=Y(IX-1)
W(IX)=0
GO TO 2000
2004 IF(Y(IX)+VS)2005,2015,2000
2005 POLY(J1)=POLY(J1)+1
IF(POLY(J1).GT.1) GO TO 2003
KEX(J1)=KEX(J1)+1
KE=KEX(J1)
TPLUS(J1,KE)=TT
INF(J1,KE)=-1981
SIG(J1,KE)=SIGNUM(XN(J1)-XS(J1))
XM(J1,KE)=Y(IX-1)
W(IX)=-VS
2000 CONTINUE
555 CONTINUE
IF(TT+1.E-5-TTT)201,202,202
202 CALL DENSIT(Y,TT)
TTT=TT+TH
201 CONTINUE
IF(TP+1.E-5-T(INV1+1))7,8,8
7 CALL RUNGEC(TT,TP,Y,NEQ+IEQ,FCN)
K=0
GO TO 9
8 TP=T(INV1+1)
K=2
CALL RUNGEC(TT,TP,Y,NEQ+IEQ,FCN)
9 CONTINUE

```

```

IF(NEQ) 5001,5001,5001
5001 PRINT 3, HII,TT,(Y(I),I=1,NEQ)
LL=0
DO 102 II=1,NEQ,2
103 IF(Y(II)) 103,103,1.4
LL=LL+1
II=(II+1)/2
III=NUM(III)
EP(III)=0
XM(III,4)=0
XM(III,5)=Y(II+1)
GO TO 102
104 IF(Y(III)-H) 102,106,106
106 LL=LL+1
II=(II+1)/2
III=NUM(III)
EP(III)=0
XM(III,4)=H
XM(III,5)=Y(II+1)
102 CONTINUE
DO 3001 IY=2,NEQ,2
3001 IY1=IY/2
IY1=NUM(IY1)
XS(IY1)=XN(IY1)
XN(IY1)=Y(IY)
3 FORMAT(1X,2E15.5/(8E15.5))
DO 105 I6=1,NEQ,2
105 I7=(I6+1)/2
I7=NUM(I7)*2
ZE(I7-1)=Y(I6)
ZE(I7)=Y(I6+1)
5000 CONTINUE
IF(KVAR1.EQ.0) GO TO 5003
ZF(KEY)5007,5006,5007
5007 IF(NEQ) 5008,5003,5008
5008 CONTINUE
PRINT 3LC3,(Y(I),I=NEQ1,NEQ2)
3003 FORMAT(5H 10NS/(10E12.4))
GO TO 7777
5009 PRINT 3, HII,TT,(Y(I),I=NEQ1,NEQ2)
7777 CONTINUE
DO 1044 I7=NEQ1,NEQ2
1044 I8=I7-NEQ
5006 ZI(I8)=Y(I7)
IF(K-1) 10001,10001,10002
10001 IF(LLL-1) 1111,1111,6666
10002 IF(LLL.GT.3) STOP
500 IF(HF.EQ.NN.AND.LL.EQ.0) LLL=2
IF(LLL-1) 97,97,666
97 IF(INV1.GE.NTT) LLL=0
IF(LLL-1) 100,100,666
RETURN
END
C
SUBROUTINE HELP
COMMON/H13/ H13(21,22),A13(5),B13(5),C13(5),D13(5),
ALPHA(15),BETA(15),M13,H13,02,ALPHAZ,BZERO
DIMENSION Q(20),Q1(20)
COMMON/HEL/ HEL(20)
COMMON/BESS/ BES(20),FOUR(2),BESI(20),MMV,KF,MMI
COMMON/ARAN/ VO,A,B,H,IN,NJ,P,Q,Q1,PH
COMMON/SIG/SIG1,SIG2,VS,PL(2)
COMMON/KVA/KVAR,KVAR1
H13=5
H13=5
DZ=.
ALPHAZ=C.
DO 2 H=1,20
RM=H
RA=RM*PH*A
RB=RM*PH*B
2 HEL(M)= BESK1(RB)+3C3K0(RA)/BESIO(RA)*BESI1(RB)
DO 1 M=1,MMV
RM=H
RB=RM*PH*B
1 BES(M)=(HEL(M)*BESI1(RB)-.5)/RM
IF(KVAR.EQ.0) GO TO 4
DO 3 M=1,MMI
RM=H
RB=RM*PH*B
3 BESI(M)=(.5-HEL(M)*BESI1(RB))/RM**2
E=-1.

```

```

S=SIG2-SIG1
DO 5 M=1,KF
F=-
RM=M
5 FOUR(M)=(S*COS(P*RM*VS)+SIG1+E*SIG2)/RM
DO 6 M=1,KF
6 ALPHA(M)=FOUR(M)
BETA(M)=0.
RETURN
END
C
FUNCTION SIGMA(K,P)
COMMON/SIG/SIG1,SIG2,VS,PL(2)
IF(K)1,1,2
1 SIGMA=-P*(SIG2-SIG1)
RETURN
2 SIGMA=-P*2.*SIG1
RETURN
END
C
FUNCTION SUMSIN(X,A,N)
DIMENSION A(N)
C=COS(X)
S=SIN(X)
C3=.
C2=0.
DO 1 KK=1,N
K=N-KK+1
C1=2.*C*C2-C3+A(K)
3 C3=C2
C2=C1
1 SUMSIN=C1*S
RETURN
END
C
FUNCTION SUMCOS(X,A,N)
DIMENSION A(N)
C=COS(X)
C3=0.
C2=0.
DO 1 KK=1,N
K=N-KK+1
C1=2.*C*C2-C3+A(K)
1 C3=C2
C2=C1
SUMCOS=C1-C*C2
RETURN
END
C
FUNCTION SINCOS(X,A,B,M,SV)
DIMENSION A(M),B(M)
C2=A(M)
S2=B(M)
P=SIN(X)
Q=COS(X)
DO 1 L=2,M
K=M-L+1
C1=S1(K)+Q*C2+P*S2
C1=S1(K)+Q*S2-P*C2
2 C2=C1
S2=S1
1 CONTINUE
SINCOS=SV+P*S1+Q*C1
RETURN
END
C
SUBROUTINE FCN(T,X,D)
DIMENSION X(100),D(100)
COMMON/KVA/KVAR,KVAR1
COMMON/NEQ/NEQ,IEQ,NEQ1,NEQ2,TION,FORM,NV1,NV,NUM(50),NUMT(50)
COMMON/KEY/KEY
IF(NEQ)1,2,1
1 CALL FORCE(T,X,D,1,NEQ,1.)
2 IF(KVAR1.EQ.0) RETURN
3 IF(KEY)3,4,3
4 CALL FORCE(T,X,D,NEQ1,NEQ2,FORM)
RETURN
END

```

```

C
SUBROUTINE FORCE(T,X,D,N1,N2,FORM)
DIMENSION X(100),D(100)
DIMENSION Q(200),Q1(200)
COMMON/ARAM/V0,A,B,H,NM,N0,P,Q,Q1,PH
COMMON/NEQ/NEQ,IEQ,NEQ2,TION,FORM,NV1,NV,NUM(50),NUMT(50)
COMMON/BESS/BES(20),FOUR(20),BESI(20),MMV,KF,MMI
COMMON/INF/TPUS(200,3),INF(200,3),XM(200,5),SIG(200,3)
COMMON/EP/EP(200)
COMMON/SIG/SIG1,SIG2,VS,PL(2)
COMMON/KVA/KVAR,KVAR1
COMMON/KEY/KEY(200)
COMMON/N/N(100),M1(100)
DO 1 I=M1,N2,2
D(I)=X(I+1)
S1=0.
IF(NEQ)501,501,500
500 DO 22 J=1,NEQ,2
J1=(J+1)/2
J1=NUM(J1)
22 S1=S1+F(X(J),X(I))*Q(J1)
501 CONTINUE
IF(KVAR.EQ.0) GO TO 222
DO 33 J1=1,MV1
S=0.
IF(EP(J1))600,601,601
600 IF(NEQ)602,601,602
602 DO 604 I6=1,NEQ,2
I5=(I6+1)/2
IF(NUM(I5)-J1)604,605,614
605 XJ=X(I6)
XJ1=M1(I6+1)
GO TO 616
604 CONTINUE
XJ=XM(J1,4)
601 XJ1=XM(J1,5)
606 F=(SIG1-SIG2)607,608,607
608 S=S+SIG2*PADEEX(XJ1)*G(XJ,X(I))
607 S=S+2./P*PADE(P*XJ1)*G(XJ,X(I))
609 CONTINUE
KE=KEY(J1)
IF(KE)8,2,8
8 IF(ABS(TPLUS(J1,KE)-T)-1.E-5)18,19,19
18 KE1=KE-1
10 IF(KE1)9,10,9
LA=2
S=S+SIGMA(INF(J1,ME),PL(LA))*SIG(J1,KE)*G(XM(J1,KE),X(I))
GO TO 2
9 LA=1
DO 20 L=1,KE1
20 S=S+SIGMA(INF(J1,L),PL(LA))*SIG(J1,L)*G(XM(J1,L),X(I))
GO TO 10
19 LA=1
DO 21 L=1,KE
21 S=S+SIGMA(INF(J1,L),PL(LA))*SIG(J1,L)*G(XM(J1,L),X(I))
2 CONTINUE
S1=S1+S*Q1(J1)
33 CONTINUE
222 D(I+1)=S1*(1.-X(I+1)**2)**1.5 *FOR
1 CONTINUE
RETURN
END
C
FUNCTION SIGNUM(X)
IF(X)1,2,3
1 SIGNUM=-1.
RETURN
2 SIGNUM=C.
RETURN
3 SIGNUM=1.
RETURN
END
C
FUNCTION F(X1,X2)
DIMENSION Q(200),Q1(200)
COMMON/ARAM/V0,A,B,H,NM,N0,P,Q,Q1,PH
COMMON/BESS/BES(20),FOUR(20),BESI(20),MMV,KF,MMI
S1=SUMSIN(PH*(X1+X2),BES,MMV)
S2=SUMSIN(PH*(X1-X2),BES,MMI)
F=S1+S2
RETURN
END

```



```

13 RF(I)=RF(I)+S1*GG4
   RCZ(I)=RCZ(I)+S*GG3
   L=L
11 PRINT 10,R(L),REZ,RF
10 FORMAT(F5.1,(10E11.4))
7 CONTINUE
IF(KVAR.EQ.J) GO TO 4C
DO 20 I=1,20
Z=(I-1)*.5
S1=-.
DO 44 J1=1,NV1
S=J.
IF(=P(J1)) 201,232,201
IF(NEQ) 206,232,205
201 DO 203 I6=1,NCQ,2
206 I5=(I6+1)/2
IF(NUM(I5)-J1) 213,214,213
204 YJ=Y(I6)
YJ1=W(I6+1)
GO TO 205
203 CONTINUE
202 YJ=XH(J1,4)
YJ1=XH(J1,5)
205 CONTINUE
IF(YJ-Z) 21,21,23
IF(=G1-S) 21,21,23
508 S=S+SIG2*PADEEX(YJ1)
GO TO 509
507 S=S+2./P*PADE(P*YJ1)
509 CONTINUE
CONTINUE
21 KE=KEX(J1)
IF(KE) 25,24,25
25 IF(ABS(TPLUS(J1,KE)-T1)-1.L-5) 27,26,26
27 KE1=KE-1
IF(KE1) 28,23,28
29 LA=2
IF(XH(J1,KE)-Z) 24,31,31
31 S=S+SIGMA(INF(J1,KE),PL(LA))*SIG(J1,KE)
GO TO 24
28 LA=1
DO 33 L=1,KE1
IF(XH(J1,L)-Z) 33,35,35
35 S=S+SIGMA(INF(J1,L),PL(LA))*SIG(J1,L)
33 CONTINUE
GO TO 29
26 LA=1
DO 36 L=1,KE
IF(XH(J1,L)-Z) 36,37,37
37 S=S+SIGMA(INF(J1,L),PL(LA))*SIG(J1,L)
36 CONTINUE
24 S1=S1+S*N(J1)
CONTINUE
44 RR(I)=S1*GG7
20 PRINT 18,RR
40 RETURN
18 FORMAT(10E12.4)
END
C
SUBROUTINE RUNGEC(T,TP,Y,N,FCN)
COMMON/W/H(100),M1(100)
COMMON/HH/HI,H2,H6,R1(100),R2(100),R3(100),R4(100),RR(100)
DIMENSION Y(N)
DO 2 I=1,N
W1(I)=W(I)
CALL FCN(T,Y,R1)
DO 1 I=1,N
R=R1(I)*H2
RR(I)=Y(I)+R
W1(I)=W(I)+R
CALL FCN(T+H2,RR,R2)
DO 3 I=1,N
R=R2(I)*H2
RR(I)=Y(I)+R
W1(I)=W(I)+R
CALL FCN(T+H2,RR,R3)
DO 4 I=1,N
R=R3(I)*HI
RR(I)=Y(I)+R
W1(I)=W(I)+R
CALL FCN(T+HI,RR,R4)

```

```

DO 5 I=1,N
Y(I)=Y(I)+H6*(R1(I)+2.*R2(I)+2.*R3(I)+R4(I))
5 W(I)=Y(I)
T=TP
RETURN
END
C
SUBROUTINE PAJE1
DIMENSION X(31)
COMMON/H13/H(21,22),A(5),B(5),C(5),D(5),ALPHA(15),
BETA(15),M,N,DZ,ALPHAZ,BZERO
ALPHAZ=ALPHAZ*2.
DZERO=DZ*2.
M1=2*(M+N)+1
M6=M1+1
M3=2*M1
M2=M3+1
M4=M3+2
M5=M3+N+1
M7=M5+1
MP=M+1
M33=3*M+1
MN=M+N+1
M8=M33+N
M32=M33+1
MPM=M+N
M3N=M32+N
M3N2=M3N*N
DO 2 I=1,M1
DO 2 J=1,M2
2 H(I,J)=0.0
DO 3 I=1,M3
3 H(I,I)=-2.
H(M2,M2)=-1.
H(M2,M6)=-.5*DZERO*ALPHAZ
DO 4 I=M4,M5
I1=I-M3-1
I2=I+N
H(M2,I2)=BETA(I1)
H(M2,I1)=ALPHA(I1)
4 CONTINUE
IF(M) 501,502,501
501 CONTINUE
DO 5 I=1,M
H(I,M6)=-DZERO*ALPHA(I)
DO 55 J=M4,M5
L3=J-M2-I
J3=J-M2
I3=I-J3
I4=I+J3
7 IF(I3) 6,7,8
H(I,J)=ALPHAZ-BETA(2*I)
GO TO 55
8 H(I,J)=BETA(I3)-BETA(I4)
GO TO 55
6 H(I,J)=BETA(L3)-BETA(I4)
55 CONTINUE
DO 9 J=M7,M1
J3=J-M5-I
IJM=I-J+M5
IJP=I+J-M5
11 IF(IJM)10,11,12
H(I,J)=ALPHA(2*I)
GO TO 9
10 H(I,J)=-ALPHA(J3)+ALPHA(IJP)
GO TO 9
12 H(I,J)=ALPHA(IJM)+ALPHA(IJP)
9 CONTINUE
CONTINUE
DO 13 I=MP1,M3
IMM=I-M
H(I,M6)=-DZERO*BETA(IMM)
00 133 J=M4,M5
J3=J-M2-I+M
IJM=I-J+MP1
IJM3=I+J-M33
14 IF(IJM) 14,15,16
H(I,J)=ALPHA(J3)+ALPHA(IJM3)
GO TO 133
15 H(I,J)=ALPHA(2*IMM)
GO TO 133
16 H(I,J)=-ALPHA(IJM)+ALPHA(IJM3)

```



```

133 CONTINUE
DO 17 J=M7,M1
J3=J-M5-I+4
I7=I-J+MN
I8=I+J-M8
19 IF (I7) 18,19,20
H(I,J)=ALPHA0+BETA(2*IMM)
GO TO 17
18 H(I,J)=BETA(J3)+BETA(I8)
GO TO 17
20 H(I,J)=BETA(I7)+BETA(I8)
17 CONTINUE
13 CONTINUE
502 CONTINUE
IF (N) 503,504,503
503 CONTINUE
GO 21 I=M4,M5
IMP=I-MP1
H(I,M6)=-DZERO*ALPHA(IMP)
DO 211 J=M4,M5
J3=J-M2-I+MP1
IR=I+J+M
IS=I+J-M32
IF (I2) 22,23,24
22 H(I,J)=BETA(J3)-BETA(IS)
GO TO 211
23 H(I,J)=ALPHA0-BETA(2*IMP)
GO TO 211
24 H(I,J)=BETA(IR)-BETA(IS)
211 CONTINUE
DO 25 J=M7,M1
J3=J-M5-I+MP1
IR=I+J+MP1
IS=I+J-M31
IF (IR) 26,27,28
26 H(I,J)=-ALPHA(J3)+ALPHA(IS)
GO TO 25
27 H(I,J)=ALPHA(2*IMP)
GO TO 25
28 H(I,J)=ALPHA(IR)+ALPHA(IS)
25 CONTINUE
21 CONTINUE
DO 29 I=M7,M1
IV=-MP1-1
H(I,M6)=-DZERO*BETA(IV)
DO 299 J=M4,M5
J3=J-M2-I+MP1
IT=I+J+M-N
IT1=I+J-M31
IF (IT) 30,31,32
30 H(I,J)=ALPHA(J3)+ALPHA(IT1)
GO TO 299
31 H(I,J)=ALPHA(2*IV)
GO TO 299
32 H(I,J)=-ALPHA(IT)+ALPHA(IT1)
299 CONTINUE
DO 33 J=M7,M1
J3=J-M5-I+MP1
IT2=I+J-M32
IT3=I+J+M
IF (IT3) 34,35,36
34 H(I,J)=BETA(J3)+BETA(IT2)
GO TO 33
35 H(I,J)=ALPHA0+BETA(2*IV)
GO TO 33
36 H(I,J)=BETA(IT3)+BETA(IT2)
33 CONTINUE
29 CONTINUE
504 CONTINUE
CALL LINROT(N,M1-1,M1,M1+1,X)
DO 41 I=1,M
A(I)=X(I)
K=I+M
B(I)=X(K)
41 CONTINUE
BZERO=X(M2)/2.
DO 42 I=M4,M5
K=I-M2
L=I+N
C(K)=X(I)
D(K)=X(L)
42 CONTINUE
RETURN
END

```

ЛИТЕРАТУРА

1. Доля С.Н. и др. ОИЯИ, РИ-82-230, Дубна, 1982.
2. Math. Science Library, vol.5, publ. No 60327500A, 1971.
3. Семерджиев Х. Научн.труды Пловдивского ун-та, т.13, № 1, 1975.
4. Семерджиев Х. ОИЯИ, Р5-12484, Дубна, 1979.
5. Семерджиев Х., Неделчев Х. Научн.труды Пловдивского ун-та, т.15, № 1, 1978.
6. Фаддеев Д.К., Фаддеева В.Н. Вычислительные методы линейной алгебры, Физматгиз, М., 1960.

Рукопись поступила в издательский отдел
19 октября 1982 года.

НЕТ ЛИ ПРОВЕЛОВ В ВАШЕЙ БИБЛИОТЕКЕ?

Вы можете получить по почте перечисленные ниже книги, если они не были заказаны ранее.

Д13-11182	Труды IX Международного симпозиума по ядерной электронике. Варна, 1977.	5 р. 00 к.
Д17-11490	Труды Международного симпозиума по избранным проблемам статистической механики. Дубна, 1977.	6 р. 00 к.
Д6-11574	Сборник аннотаций XV совещания по ядерной спектроскопии и теории ядра. Дубна, 1978.	2 р. 50 к.
Д3-11787	Труды III Международной школы по нейтронной физике. Алушта, 1978.	3 р. 00 к.
Д13-11807	Труды III Международного совещания по пропорциональным и дрейфовым камерам. Дубна, 1978.	6 р. 00 к.
	Труды VI Всесоюзного совещания по ускорителям заряженных частиц. Дубна, 1978 /2 тома/	7 р. 40 к.
Д1,2-12036	Труды V Международного семинара по проблемам физики высоких энергий. Дубна, 1978	5 р. 00 к.
Д1,2-12450	Труды XII Международной школы молодых ученых по физике высоких энергий. Приморско, НРБ, 1978.	3 р. 00 к.
	Труды VII Всесоюзного совещания по ускорителям заряженных частиц, Дубна, 1980 /2 тома/	8 р. 00 к.
Д11-80-13	Труды рабочего совещания по системам и методам аналитических вычислений на ЭВМ и их применению в теоретической физике, Дубна, 1979	3 р. 50 к.
Д4-80-271	Труды Международной конференции по проблемам нескольких тел в ядерной физике. Дубна, 1979.	3 р. 00 к.
Д4-80-385	Труды Международной школы по структуре ядра. Алушта, 1980.	5 р. 00 к.
Д2-81-543	Труды VI Международного совещания по проблемам квантовой теории поля. Алушта, 1981	2 р. 50 к.
Д10,11-81-622	Труды Международного совещания по проблемам математического моделирования в ядерно-физических исследованиях. Дубна, 1980	2 р. 50 к.
Д1,2-81-728	Труды VI Международного семинара по проблемам физики высоких энергий. Дубна, 1981.	3 р. 60 к.
Д17-81-758	Труды II Международного симпозиума по избранным проблемам статистической механики. Дубна, 1981.	5 р. 40 к.
Д1,2-82-27	Труды Международного симпозиума по поляризационным явлениям в физике высоких энергий. Дубна, 1981.	3 р. 20 к.
Р18-82-117	Труды IV совещания по использованию новых ядерно-физических методов для решения научно-технических и народнохозяйственных задач. Дубна, 1981.	3 р. 80 к.

Заказы на упомянутые книги могут быть направлены по адресу:
101000 Москва, Главпочтамт, п/я 79
Издательский отдел Объединенного института ядерных исследований

Семерджиев Х. 11-82-739
Программная реализация математической модели процесса образования фронта ионизации при инъекции релятивистского электронного пучка в камеру с газом

Работа является реализацией в виде фортран-программы одной математической модели процесса образования фронта ионизации при инъекции релятивистского электронного пучка в камеру с газом. Дается описание основных параметров программы и приводится ее полный текст.

Работа выполнена в Лаборатории вычислительной техники и автоматизации ОИЯИ.

Сообщение Объединенного института ядерных исследований. Дубна 1982

Semerdzhiev Ch. 11-82-739
Code Realization of a Mathematical Model of Ionization Front Forming Process at Injection of Relativistic Electron Beam Into a Gas Chamber

A mathematical model of ionization front forming process at injection of relativistic electron beam into a gas chamber is realized as a FORTRAN-code. The essential parameters of the code are described, and the full text of the program is presented.

Communication of the Joint Institute for Nuclear Research. Dubna 1982

Перевод О.С.Виноградовой.