

PROGRAMMES DE SIMULATION DES CHAMBRES A DRIFT
EN CHAMP MAGNETIQUE

F. Bourgeois (NP) J.P. Dufey (DD)

RESUME

Ce rapport donne des indications pratiques sur la manière d'utiliser la chaîne de programmes développée pour simuler le comportement d'une chambre à drift dans un champ magnétique.

Dans un premier temps, partant de données géométriques de la chambre et du potentiel sur chaque fil, le programme détermine le poids de chaque fonction de potentiel. Ensuite la vitesse de drift en un point donné est déterminée après calcul du champ électrique. Le modèle utilisé pour le calcul de cette vitesse de drift suppose l'équilibre entre les forces électro-magnétiques et une force de frottement.

Une description plus détaillée du modèle et des méthodes utilisées ainsi qu'une comparaison avec des mesures seront donnés dans un rapport ultérieur.

Programmes de simulation des chambres à drift
en champ magnétique

F. Bourgeois

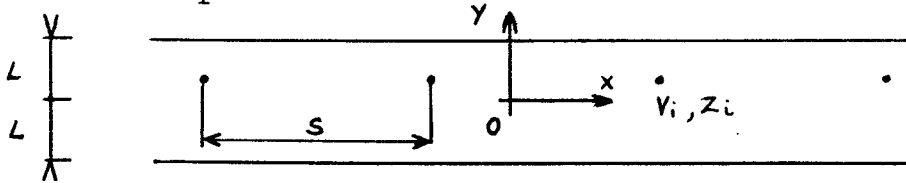
J.P. Dufey

1. Introduction

Deux types de chambres peuvent être simulés

1.1 Chambre avec disposition périodique des fils.

La fonction élémentaire de potentiel utilisée dans ce cas est une approximation d'une forme plus générale. Cette fonction décrit la carte du potentiel créée par des fils équidistants, tous portés à la même tension v_i , et placés entre deux plans au potentiel zéro



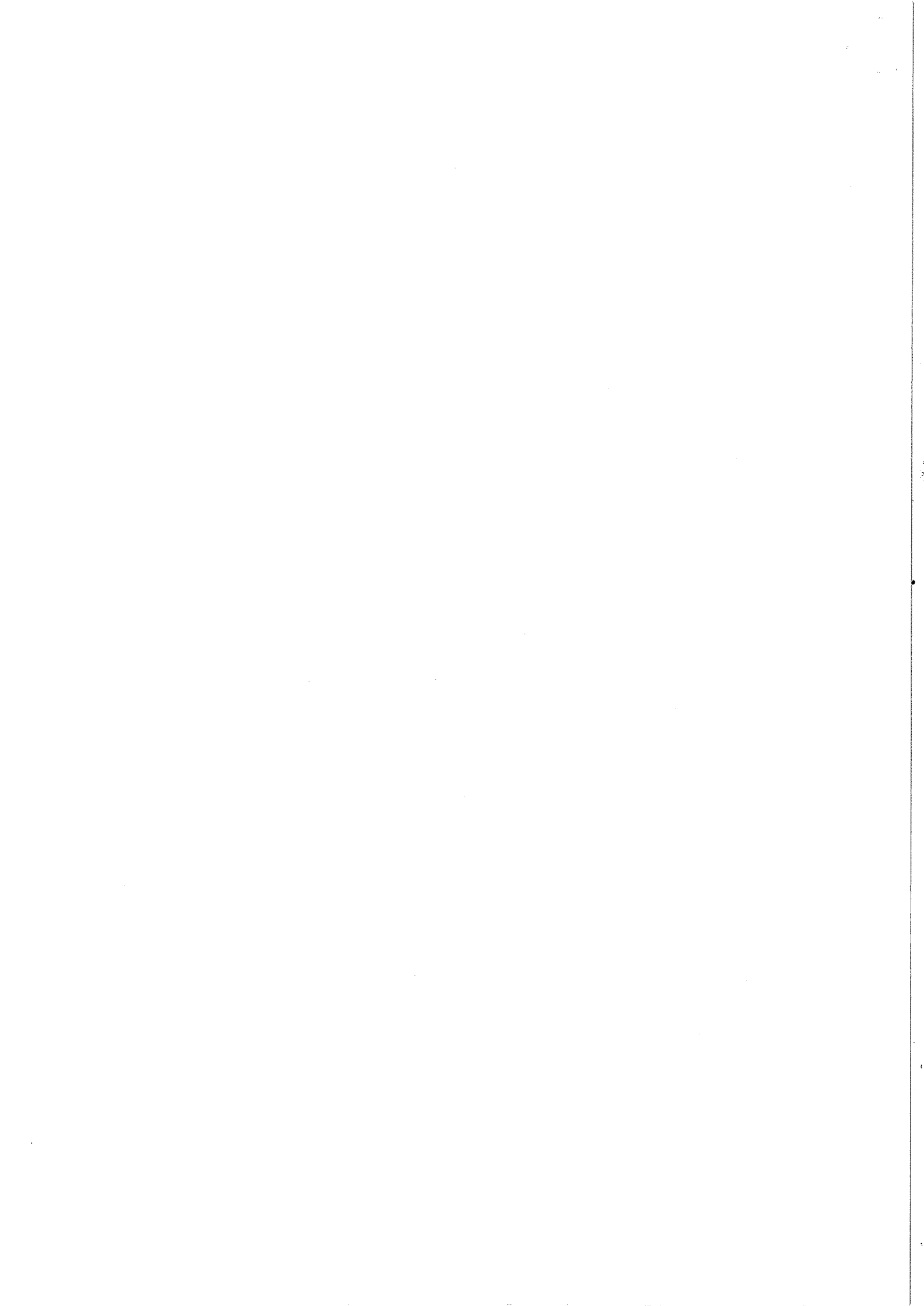
L'approximation n'est valable que pour $\frac{L}{s} \gg 1$ (5 ou 10 sont cependant des valeurs largement suffisantes pour ce rapport).

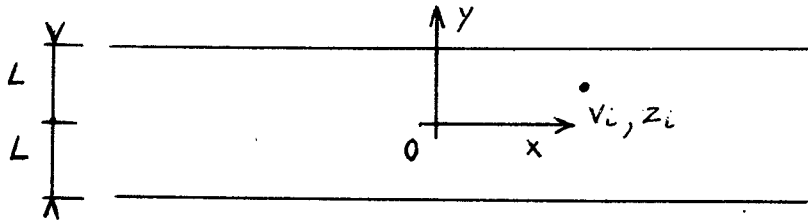
Afin d'augmenter la rapidité des calculs et de réduire les erreurs, le programme considère deux grilles simultanément soit z_i et $-z_i$ ce qui impose :

- le choix de l'origine au centre de symétrie du système de fils.
- la description de la moitié seulement de la chambre (si un fil est placé à l'origine, le programme en tient compte en lui affectant un facteur $\frac{1}{2}$).

1.2 Chambre aperiodique.

Dans ce cas la fonction de potentiel est exacte; elle décrit le potentiel créé par un fil placé entre deux plans suivant le schéma ci-dessous:





2 Méthode

Soit une chambre du type 1.1 ou 1.2 et NW le nombre minimum de fils nécessaires pour la décrire. Il est évident que l'on se trouve devant un problème à NW inconnues: les coefficients des NW fonctions de potentiel. Ces inconnues sont déterminées en écrivant que sur chaque fil le potentiel est égal à la somme des NW fonctions de potentiel. On a ainsi un système de NW équations à NW inconnues.

Connaissant les coefficients, on connaît en tout point de la chambre

- le potentiel POTXY (X,Y)
- le champ électrique EFIELD (EX,EY,X,Y,IEND)

Les paramètres de la chambre (fils, potentiels) sont lus par le programme DRIFDT et les coefficients déterminés par le programme POTCOF (A) où A est un tableau monodimensionné de dimension supérieure à NW*NW.

3 Les programmes

3.1 Les blocs communs.

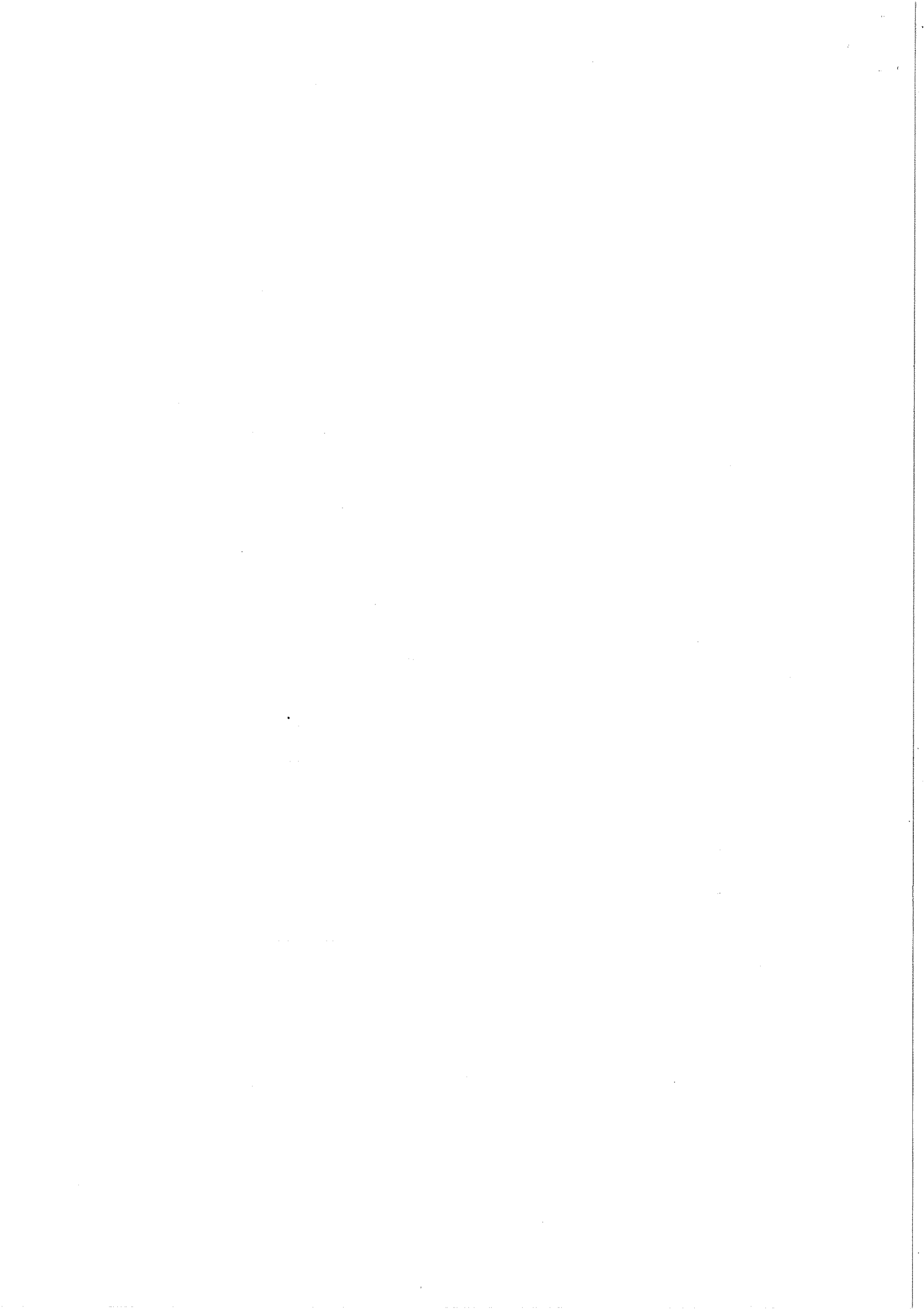
3.1.1 La description de la chambre est en permanence dans le bloc CHAMBER.

NW = nombre de fils.

PI = 3.14 ...

RATIO = cas d'une chambre périodique = rapport $\frac{L}{S}$, initialisé à 10 dans drifdt.

FA = terme constant de la fonction de potentiel de la chambre périodique.



FB = facteur de mise à l'échelle des coordonnées

$$FB = \frac{\pi}{S} \text{ pour la chambre périodique}$$

$$FB = \frac{\pi}{4L} \text{ pour la chambre aperiodique}$$

PITCH = - pas S des fils pour la chambre périodique

- distance L des plans de masse pour l'autre cas.

XW, YW, RW, PW abscisse, ordonnée, rayon et potentiel du fil.

XW, YW, RW sont en coordonnées réduites c'est à dire multipliés par le facteur FB.

PW est en volts

CW = coefficient de la fonction de potentiel.

YC = $\cos(2 \cdot YW)$ } utilisés seulement dans le cas
YS = $\sin(2 \cdot YW)$ } de la chambre aperiodique.

3.1.2 Le commun DVELDT permet de décrire et de transmettre au sous programme calculant la vitesse de drift la loi de variation de la vitesse en fonction de la constante C.

$$V = V_{\max} \times \frac{C - C_{\text{num}}}{C - C_{\text{den}}}$$

DVMX = V_{\max} en mètres par seconde ($\sim 5 \cdot 10^4$)

CNUM = 1.574

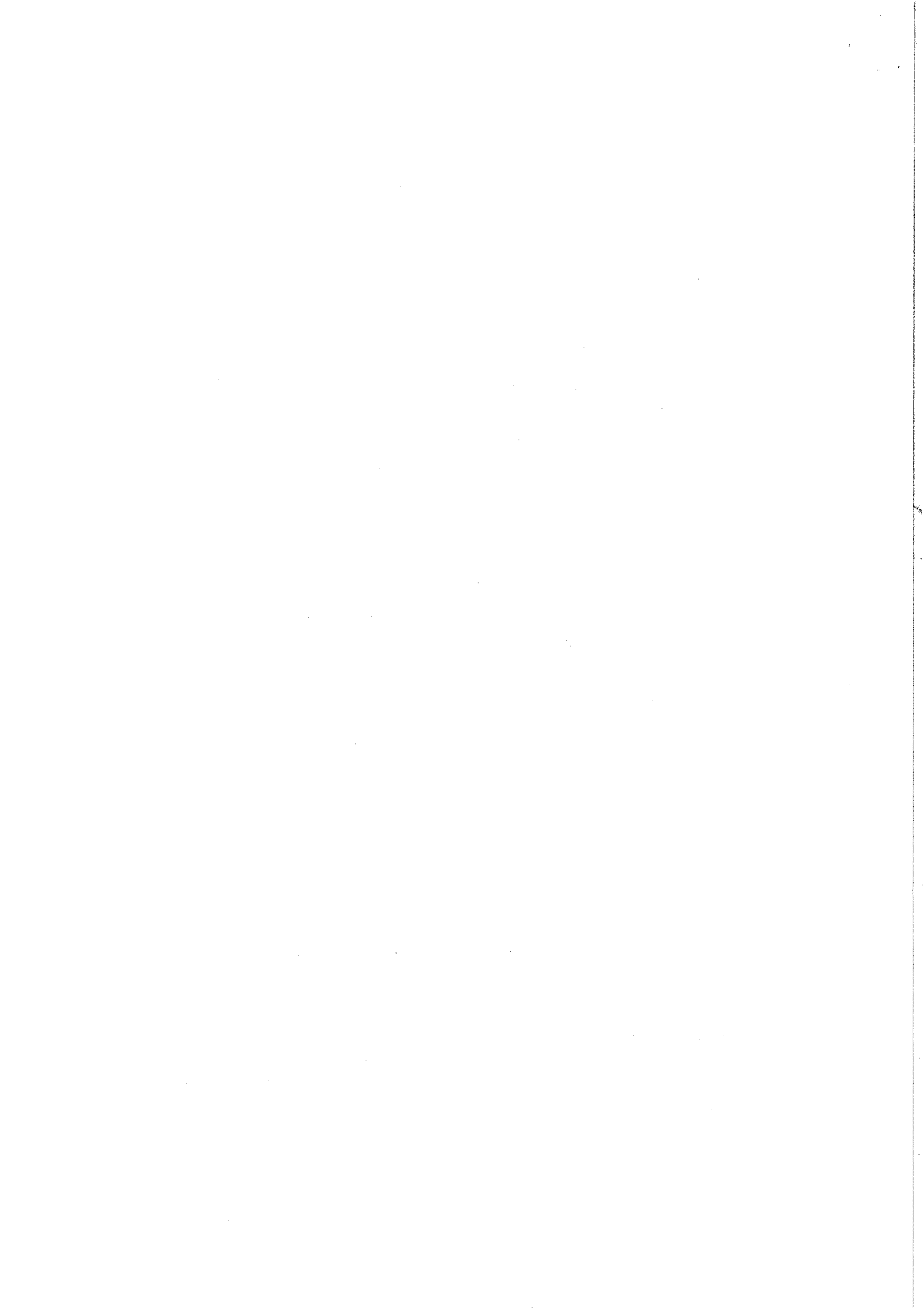
CDEN = 1.54

DCDV = $V_{\max} \times (C_{\text{num}} - C_{\text{den}})$ est calculé dans DRIFDT et sert à évaluer la dérivée de la fonction $V = f(c)$

3.1.3 Le champ électrique et le champ magnétique sont transmis par le commun FIELDS ainsi que BSQR = $B_x^2 + B_y^2 + B_z^2$.

3.2 Les programmes

Seul le programme principal est sujet à modifications, à condition d'utiliser les programmes EFIELD et VWIRE se rapportant au type de chambre que l'on désire étudier.



Les caractéristiques de la chambre sont lues (sur des cartes données) par le programme:

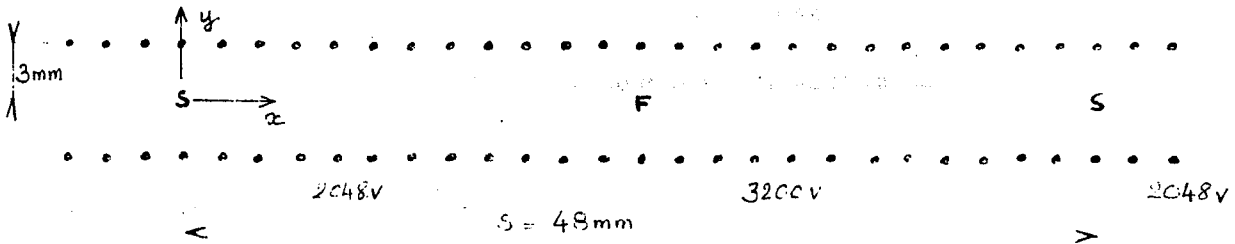
3.2.1 DRIFDT (p. 7-8)

La première carte donnée indique le nombre NCARD de cartes qui suivent, le pas PITCH(S ou L suivant le type de chambre), le type de chambre CHTY (1. pour la chambre périodique, 4. pour l'autre), le champ magnétique sous la forme de ses trois composantes BX, BY, BZ.

Chaque carte suivante permet de décrire un ou plusieurs fils d'une "grille" en indiquant le nombre de fils dans cette grille NGRID, les coordonnées du premier fil XGRID, YGRID, le rayon des fils RGRID, le potentiel du premier fil VGRID, le pas en x XSTEP et le ΔV par fil VSTEP.

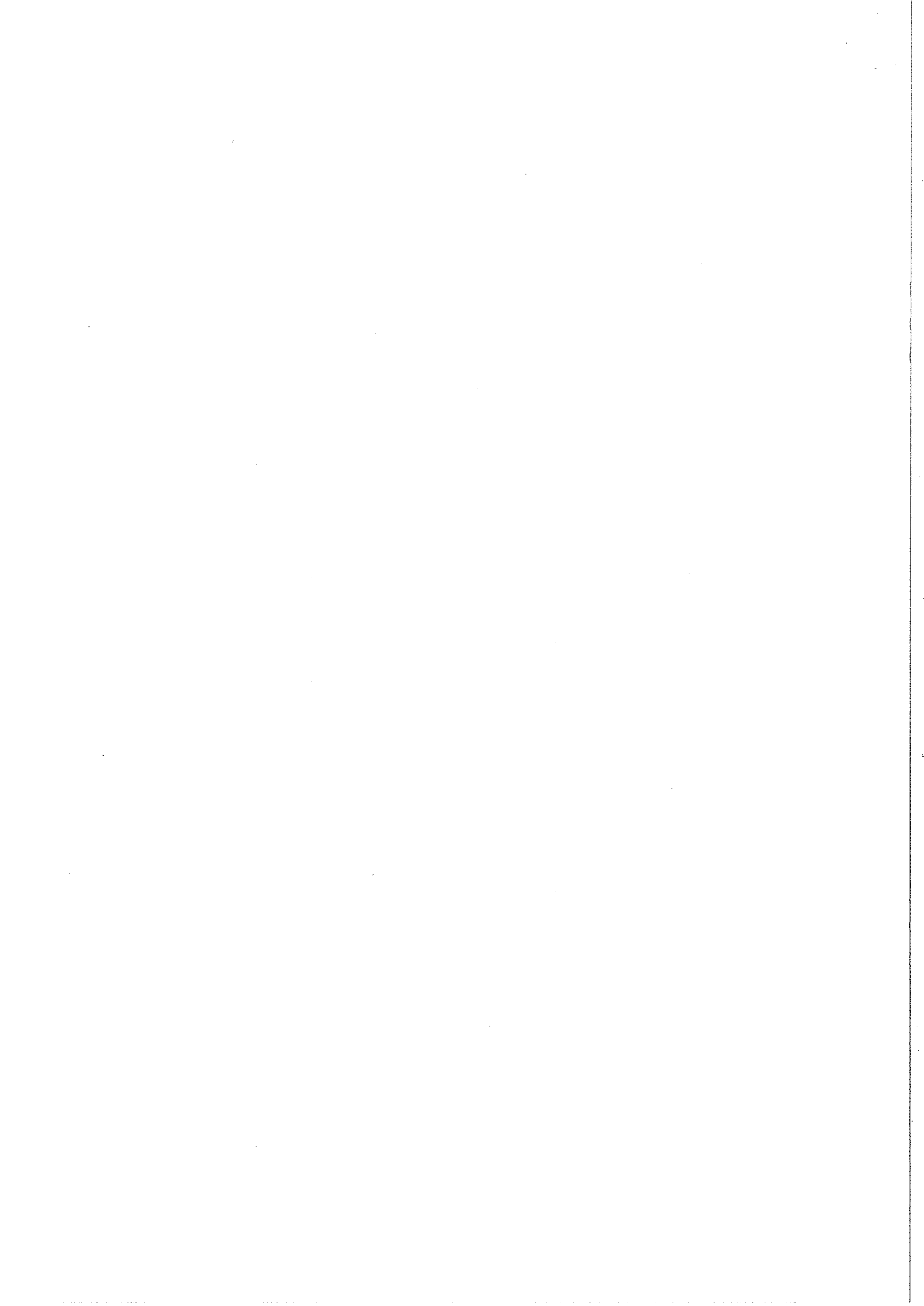
Les cartes sont lues en I5, 6F10.4 et bien que TOUT LE PROGRAMME SOIT ECRIT EN UNITES MKSA (mètres, kilogrammes, secondes, Ampères) LES DISTANCES SONT ICI INDIQUEES EN MILLIMETRES.

Exemple:



Les cartes permettant de décrire cette chambre sont ($B_z = 1.8T$)

4	48.	1.	0.	0.	1.8	
12	-4.	3.	0.05	2048.	2.	96. demi grille "croissante"
12	20.	3.	0.05	3200.	2.	-96. demi grille "décroissante"
1	0.	0.	0.01	0.		fil sensible S
1	24.	0.	0.05	3200.		fil de champ F



Remarques

- les valeurs de XW,YW,RW,PW sont imprimées pour tous les fils avant mise à l'échelle (multiplication par FB).

- une erreur dans la description de la chambre entraîne assez souvent l'impossibilité de résolution du système d'équations (cas de 2 fils au même point).

Dans tout le reste du programme les unités sont

distances	mètre	(1 mm = 1.E-3 mètre)
potentiels	volt	
champ électrique	volt/mètre	
champ magnétique	Tesla	(1 Tesla = 10 kGauss)

La mise à l'échelle est automatiquement faite dans VWIRE et EFIELD (multiplication par FB).

Avant d'appeler les programmes de calcul de potentiel ou de champ, il est nécessaire de calculer les coefficients de potentiel en appelant le sous programme:

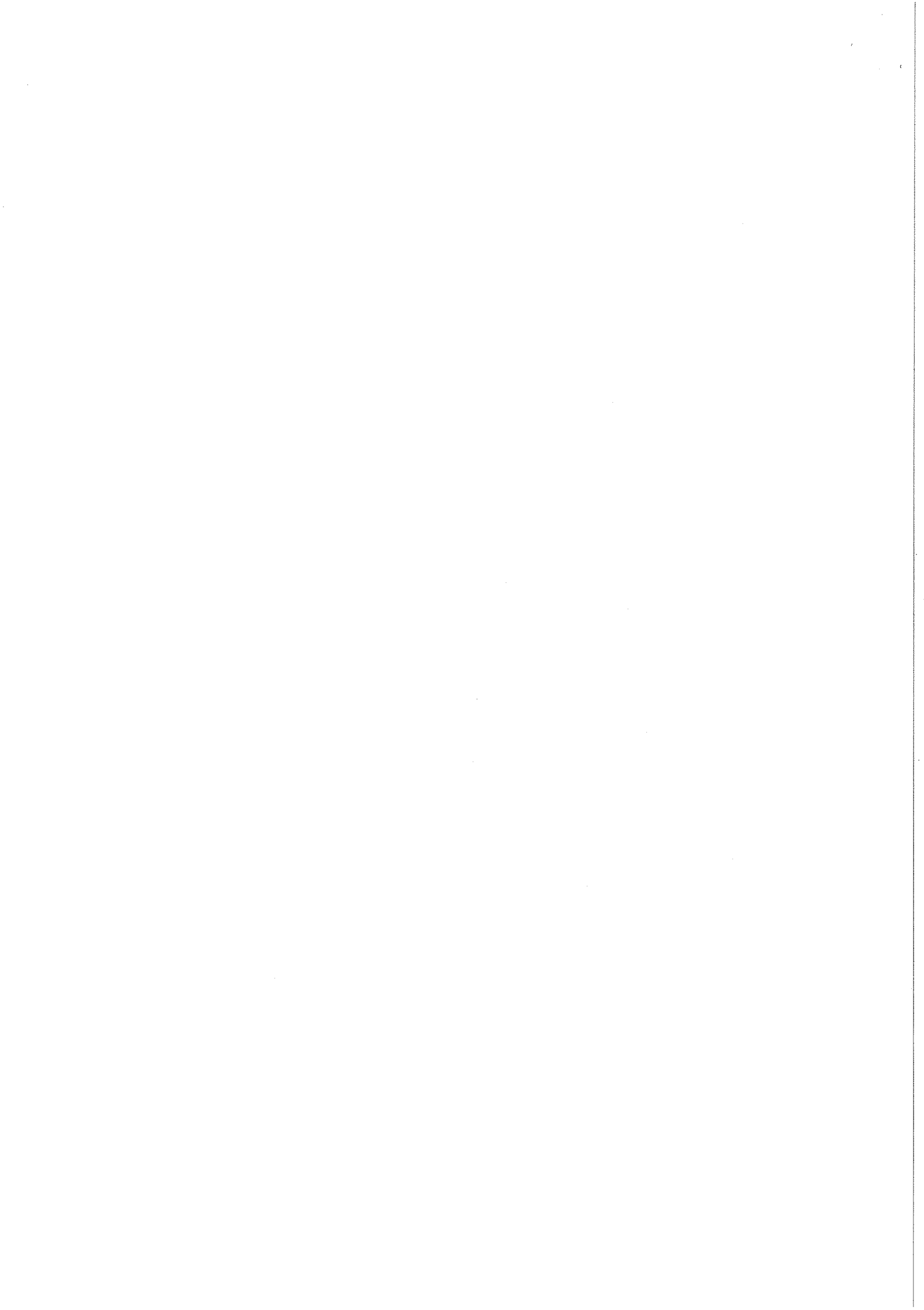
3.2.2 POTCOF (A) (p. 9)

A est un tableau monodimensionné utilisé pour la résolution du système d'équations. Il doit avoir au moins la dimension NW x NW. Les coefficients de potentiels sont rangés dans le tableau CW.

Le potentiel créé par un fil N au point X, Y est obtenu en appelant la FONCTION

3.2.3 VWIRE (X,Y,N) (p. 10 et p. 11)

Cette fonction dépend du type de chambre et doit être changée suivant les cas.



Le potentiel créé par l'ensemble des fils au point X,Y est obtenu en appelant la fonction POTXY :

3.2.4 POTXY (X,Y) (p. 12)

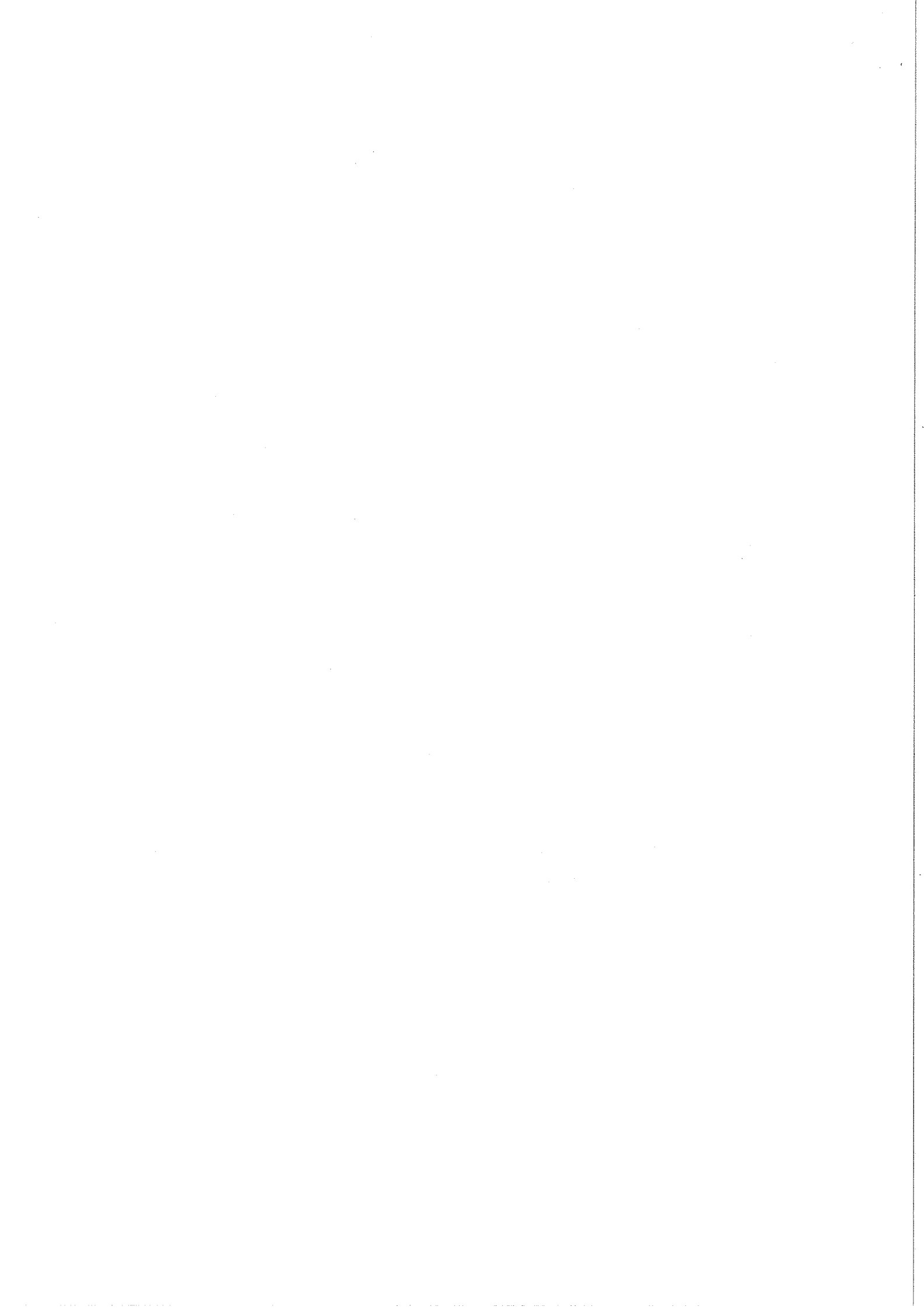
3.2.5 EFIELD (EX,EY,X,Y,KSTOP) (p. 13 et p. 14-15) est le sous programme de calcul du champ électrique (EX,EY,0) au point (X,Y). Si le calcul est possible KSTOP = 1, si on touche un fil KSTOP = 2 et EX,EY ont des valeurs quelconques.

3.2.6 DRIVEL (V) (p. 16) où V est un tableau à une dimension (3) permet de calculer la vitesse de drift pour un \vec{E} et un \vec{B} donnés.

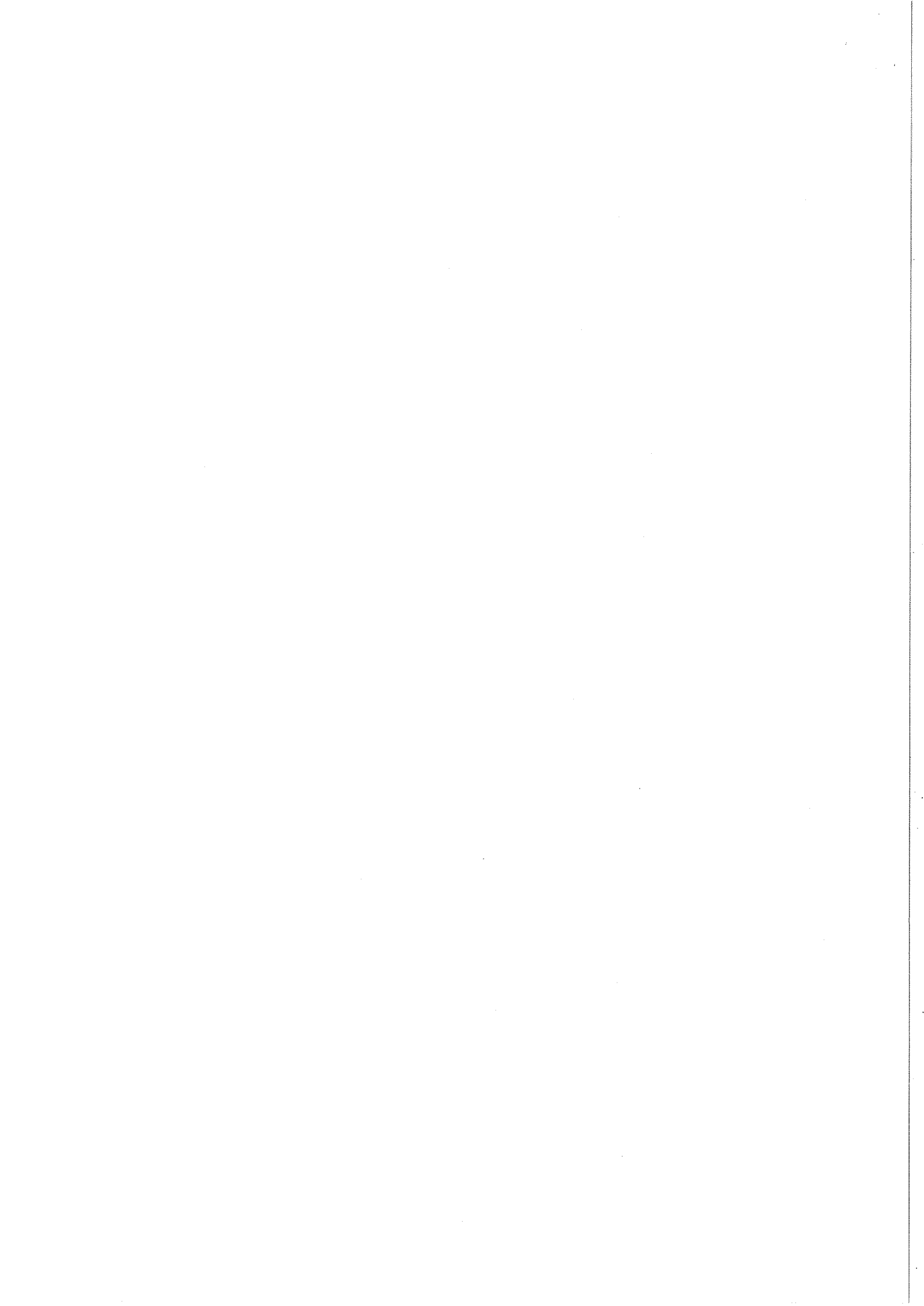
3.2.7 RESOL (p. 17-18) est le sous-programme de résolution de systèmes linéaires de la librairie CII 10.070 . Ce programme est appelé par POTCOF.

Un exemple de programme est donné pages 19-20.

Remarque: les programmes considèrent le mouvement de charges positives (et non d'électrons); de ce fait, le signe des potentiels doit être inversé.

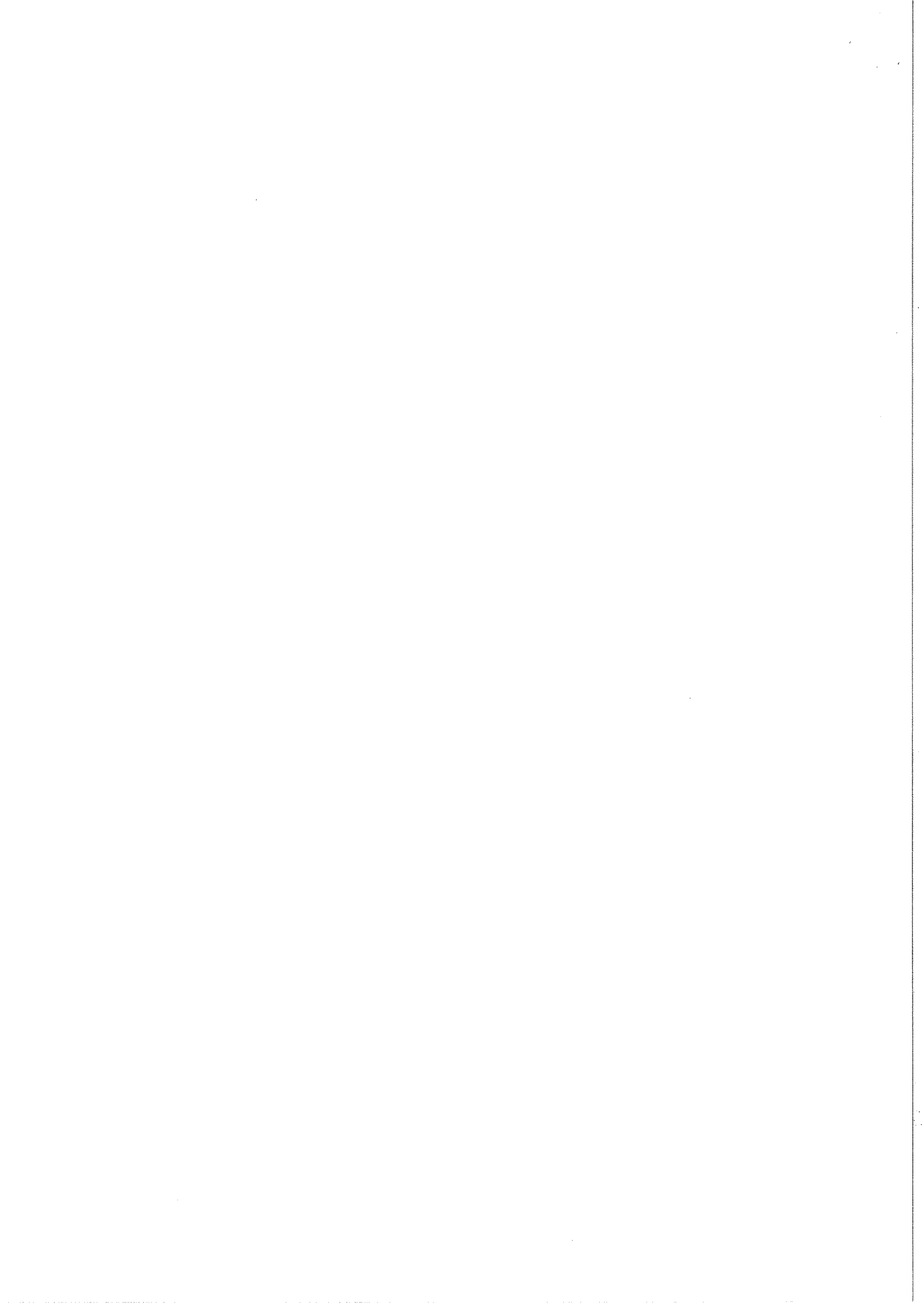


```
1: C
2: SUBROUTINE DRIFDT
3: C
4: C DRIFT CHAMBER DATA
5: C
6: COMMON /CHAMBER/ NW,PI,RATIO,FA,FB,PITCH,
7: *XW(200),YW(200),RW(200),CW(200),PW(200),YC(200),YS(200)
8: COMMON /DVELDT/ DVMX,CNUM,CDEN,DCDV
9: COMMON /FIELDS/ EX,EY,EZ,BX,BY,BZ,BSQR
10: C
11: DATA EX,EY,EZ/0.,0.,0./
12: DATA DVMX,CNUM,CDEN /5.E4,1.574,1.54/
13: DATA PI /3.141592654/
14: C
15: DCDV=DVMX*(CNUM-CDEN)
16: C
17: READ 10,NCARD,PITCH,CHTY,BX,BY,BZ
18: C
19: C CHTY = CHAMBER TYPE, 1. IF PERIODIC ARRANGEMENT OF WIRES
20: C 4. IF SINGLE WIRES
21: C
22: BSQR=BX*BX+BY*BY+BZ*BZ
23: NW=0
24: C
25: DO 20 I=1,NCARD
26: READ 10,NGRID,XGRID,YGRID,RGRID,VGRID,XSTEP,VSTEP
27: C
28: DO 30 J=1,NGRID
29: NW=NW+1
30: XW(NW)=XGRID+XSTEP*FLOAT(J-1)
31: YW(NW)=YGRID
32: RW(NW)=RGRID
33: PW(NW)=VGRID+VSTEP*FLOAT(J-1)
34: 30 CONTINUE
35: C
36: 20 CONTINUE
37: C RATIO = L/S (SEE THEORY)
38: RATIO=10.
39: FA=4.*PI*RATIO=ALOG(16.)
40: FB=PI/(CHTY*PITCH)
41: C
42: PRINT 40
43: C
44: DO 50 I=1,NW
45: PRINT 10,I,XW(I),YW(I),RW(I),PW(I)
46: XW(I)=XW(I)*FB
47: YW(I)=YW(I)*FB
48: YC(I)=COS(2.*YW(I))
49: YS(I)=SIN(2.*YW(I))
50: RW(I)=RW(I)*FB
51: 50 CONTINUE
```




```
52: C
53: PITCH=1.E-3*PITCH
54: FB=1.E3*FB
55: C
56: RETURN
57: C
58: 10 F0RMAT(I5,6F10.4)
59: 40 F0RMAT(19H1DRIFT CHAMBER DATA,/,/3X,2HNW,4X,2HXW,8X,2HYW,8X,2HRW,8X
60: *2HPW/)
61: C
62: END
```

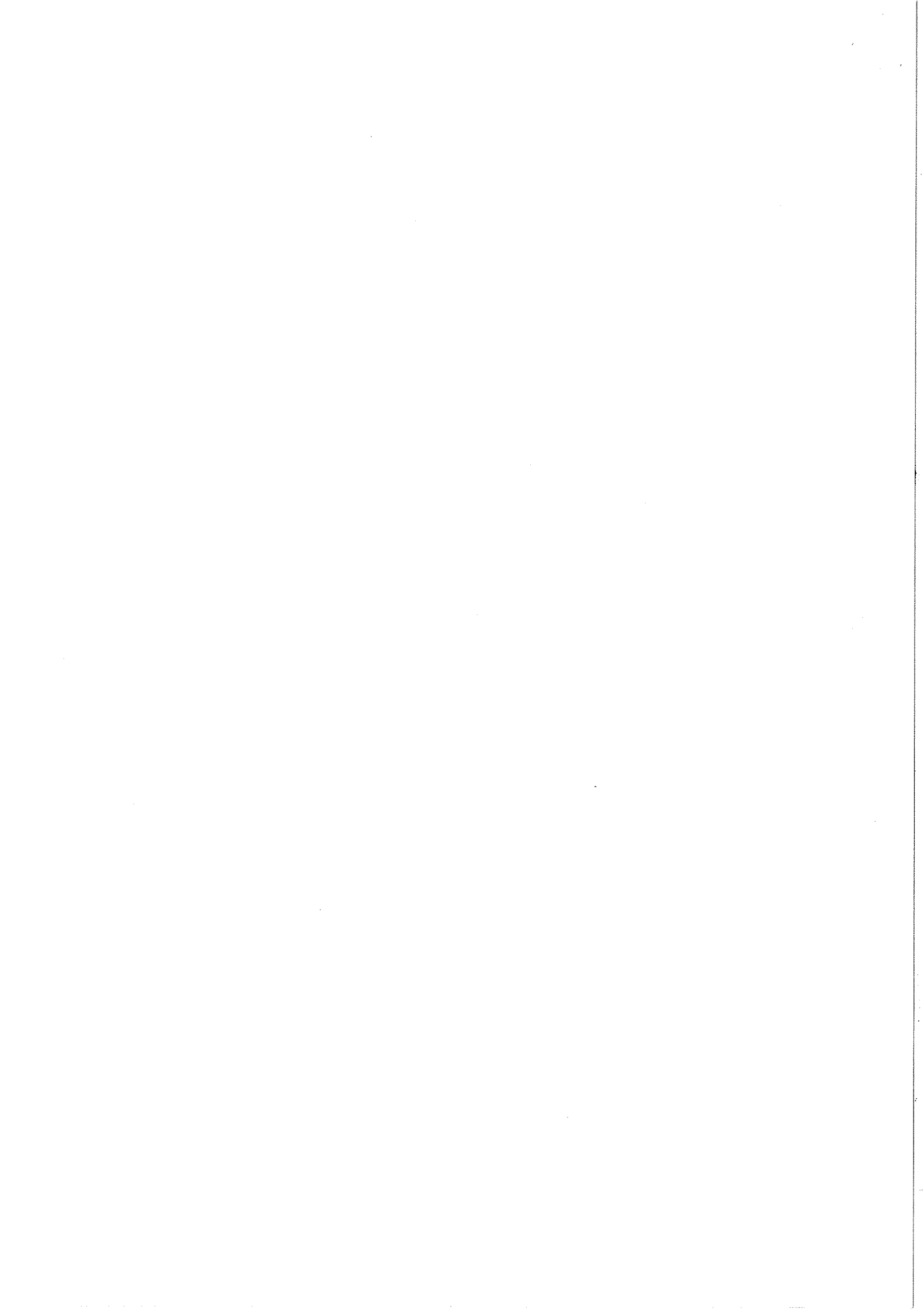
100
101
102
103
104
105
106
107
108
109
110
111
112
113
114
115
116
117
118
119
120
121
122
123
124
125
126
127
128
129
130
131
132
133
134
135
136
137
138
139
140
141
142
143
144
145
146
147
148
149
150
151
152
153
154
155
156
157
158
159
160
161
162
163
164
165
166
167
168
169
170
171
172
173
174
175
176
177
178
179
180
181
182
183
184
185
186
187
188
189
190
191
192
193
194
195
196
197
198
199
200



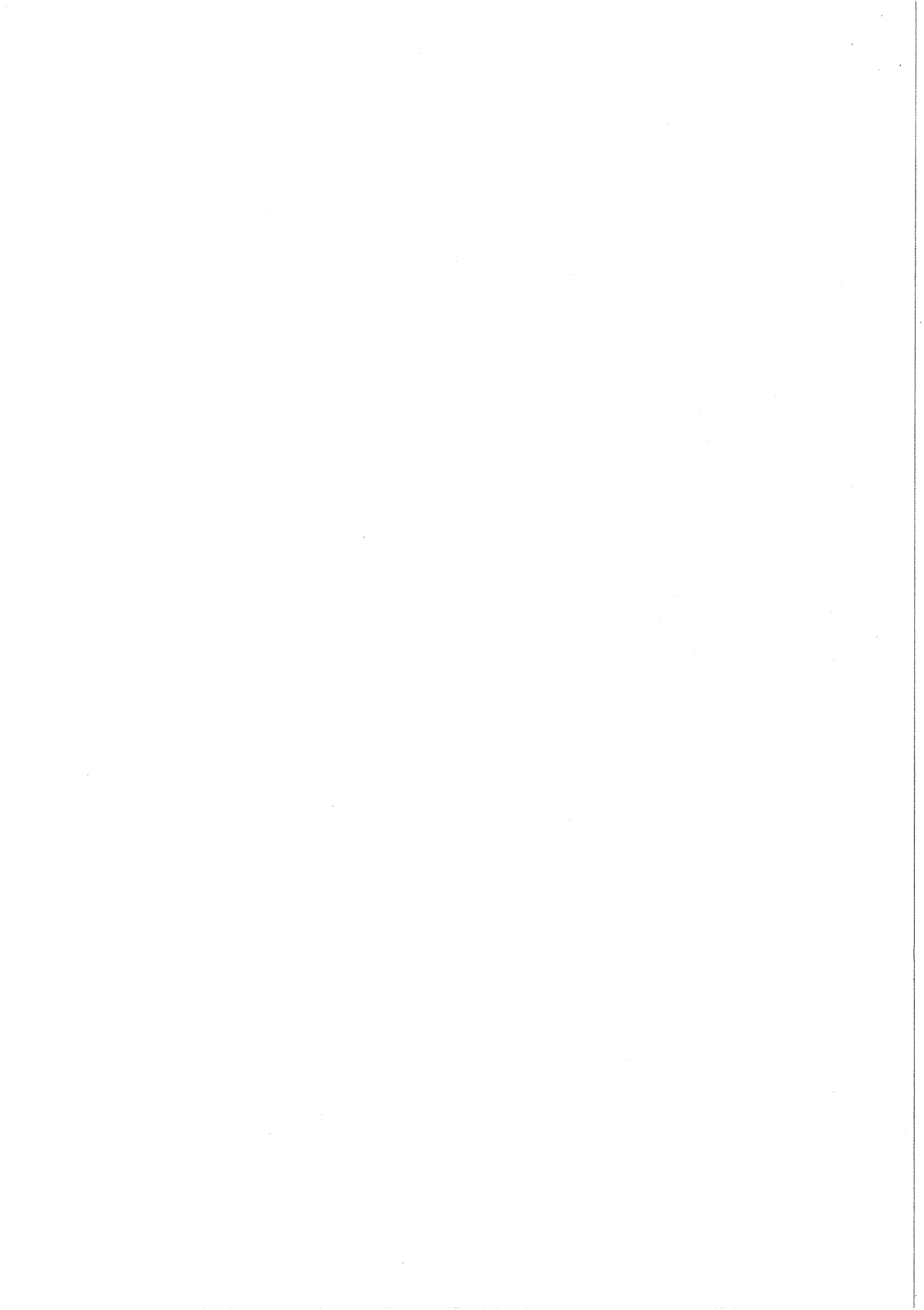
```
1: C
2:   SUBROUTINE POTCOF(A)
3: C
4:   DIMENSION A(1)
5: C
6:   COMMON /CHAMBER/ NW,PI,RATIO,FA,FB,PITCH,
7: *XW(200),YW(200),RW(200),CW(200),PW(200),YC(200),YS(200)
8: C
9:   I=0
10:  DO 10 J=1,NW,1
11:  DO 20 K=1,NW,1
12:  I=I+1
13:  A(I)=VWIRE(XW(K)/FB,YW(K)/FB,J)
14: 20 CONTINUE
15:  CW(J)=PW(J)
16: 10 CONTINUE
17: C
18:  EPS=1.E-30
19: C
20:  CALL RESOL(A,CW,NW,KOD,EPS)
21: C
22:  IF(KOD) 30,40,30
23: 30 PRINT 50
24:  ND=NW*NW
25:  PRINT 60,(A(I),I=1,ND)
26:  STOP
27: C
28: 40 PRINT 70
29:  PRINT 60,(CW(I),I=1,NW)
30: C
31:  RETURN
32: 60 FORMAT(10(2X,E10.3))
33: 50 FORMAT(///20H SYSTEME SINGULIER //)
34: 70 FORMAT(///24H POTENTIAL COEFFICIENTS //)
35:  END
```



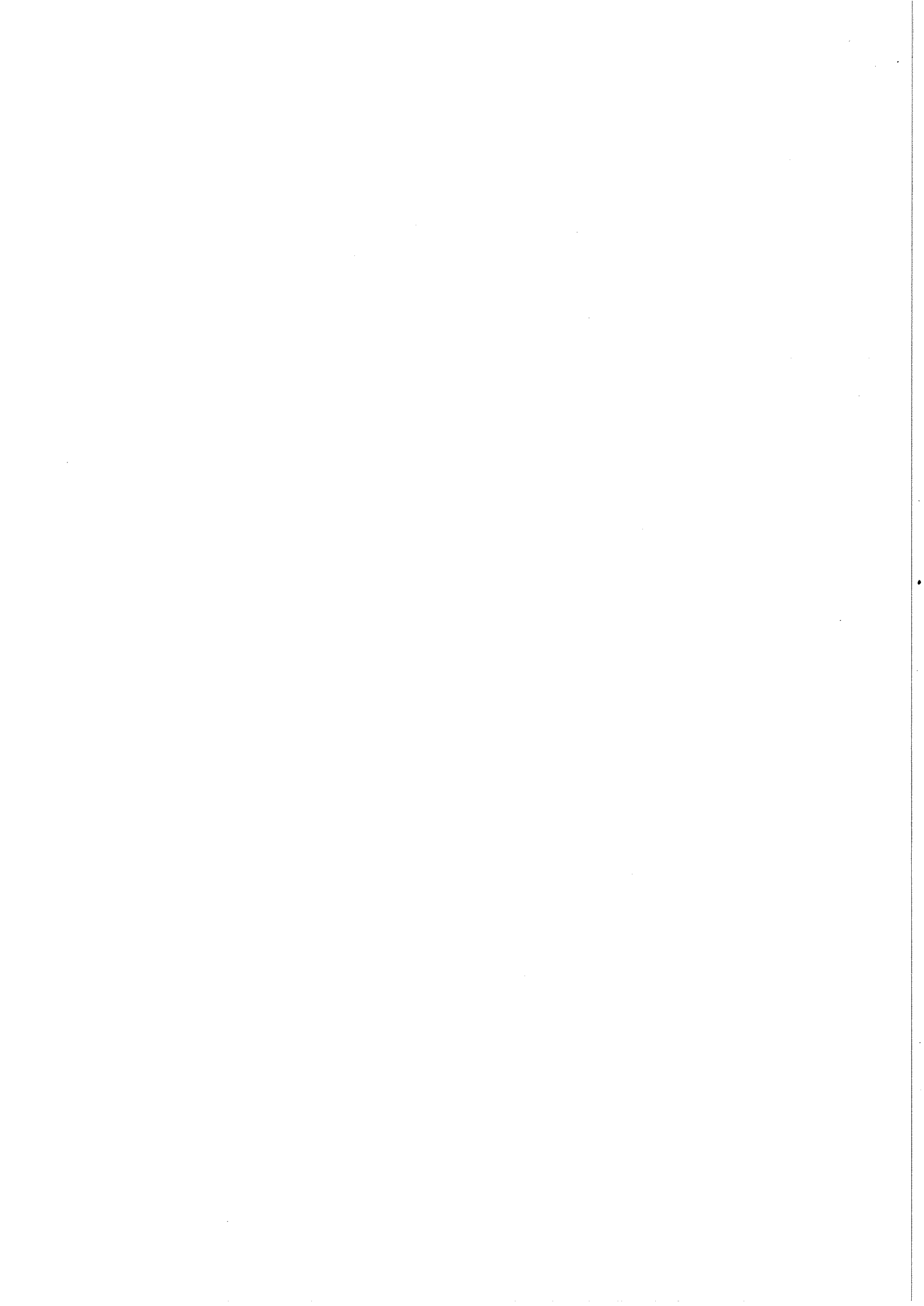
```
1:      C
2:      FUNCTION VWIRE(X,Y,N)
3:      C
4:      C      THIS IS TO CALCULATE POTENTIAL CREATED BY WIRE N AT X,Y
5:      C
6:      C
7:      C      PERIODIC ARRANGEMENT OF WIRES
8:      C
9:      C      DIMENSION SG(2)
10:     C
11:     COMMON /CHAMBER/ NW,PI,RATIO,FA,FB,PITCH,
12:     *XW(200),YW(200),RW(200),CW(200),PW(200),YC(200),YS(200)
13:     C
14:     DATA SG/-1.,1./
15:     C
16:     VWIRE=1.
17:     DO 30 I=1,2,1
18:     ALPHA=AMOD(ABS(FB*X+SG(I)*XW(N)),PI)
19:     ALPHA=AMIN1(ALPHA,PI-ALPHA)
20:     BETA=FB*Y+SG(I)*YW(N)
21:     IF(ALPHA*ALPHA+BETA*BETA-RW(N)*RW(N)) 20,20,10
22:     20 VWIRE=VWIRE*RW(N)**2
23:     GO TO 30
24:     10 EXPB=EXP(BETA)
25:     VWIRE=VWIRE*(SIN(ALPHA)**2+(0.5*EXPB-0.5/EXPB)**2)
26:     30 CONTINUE
27:     C
28:     VWIRE=FA-ALOG(VWIRE)
29:     RETURN
30:     C
31:     END
```



```
1: C
2: FUNCTION VWIRE(X,Y,N)
3: C
4: C THIS IS TO CALCULATE POTENTIAL CREATED BY WIRE N AT X,Y
5: C
6: C FUNCTION VWIRE FOR SINGLE WIRE BETWEEN GROUNDED PLANES
7: C
8: COMMON /CHAMBER/ NW,PI,RATIO,FA,FB,PITCH,
9: *XW(200),YW(200),RW(200),CW(200),PW(200),YC(200),YS(200)
10: XP=FB*X-XW(N)
11: YP=FB*Y-YW(N)
12: C
13: COSY1=YC(N)
14: C
15: IF(XP*XP+YP*YP-RW(N)*RW(N)) 10,10,20
16: C
17: 10 VWIRE=ALOG(RW(N)/COSY1)
18: VWIRE=-VWIRE
19: RETURN
20: C
21: 20 EXPX=EXP(XP)
22: COSY=COS(YP)
23: SINY=SIN(YP)
24: SHX=0.5*EXPX-0.5/EXPX
25: CHX=0.5*EXPX+0.5/EXPX
26: CBF=COSY1/(SHX*SHX+SINY*SINY)
27: VWIRE=0.5*ALOG((SHX*CHX*CBF)**2+(YS(N)-SINY*COSY*CBF)**2)
28: RETURN
29: C
30: END
```



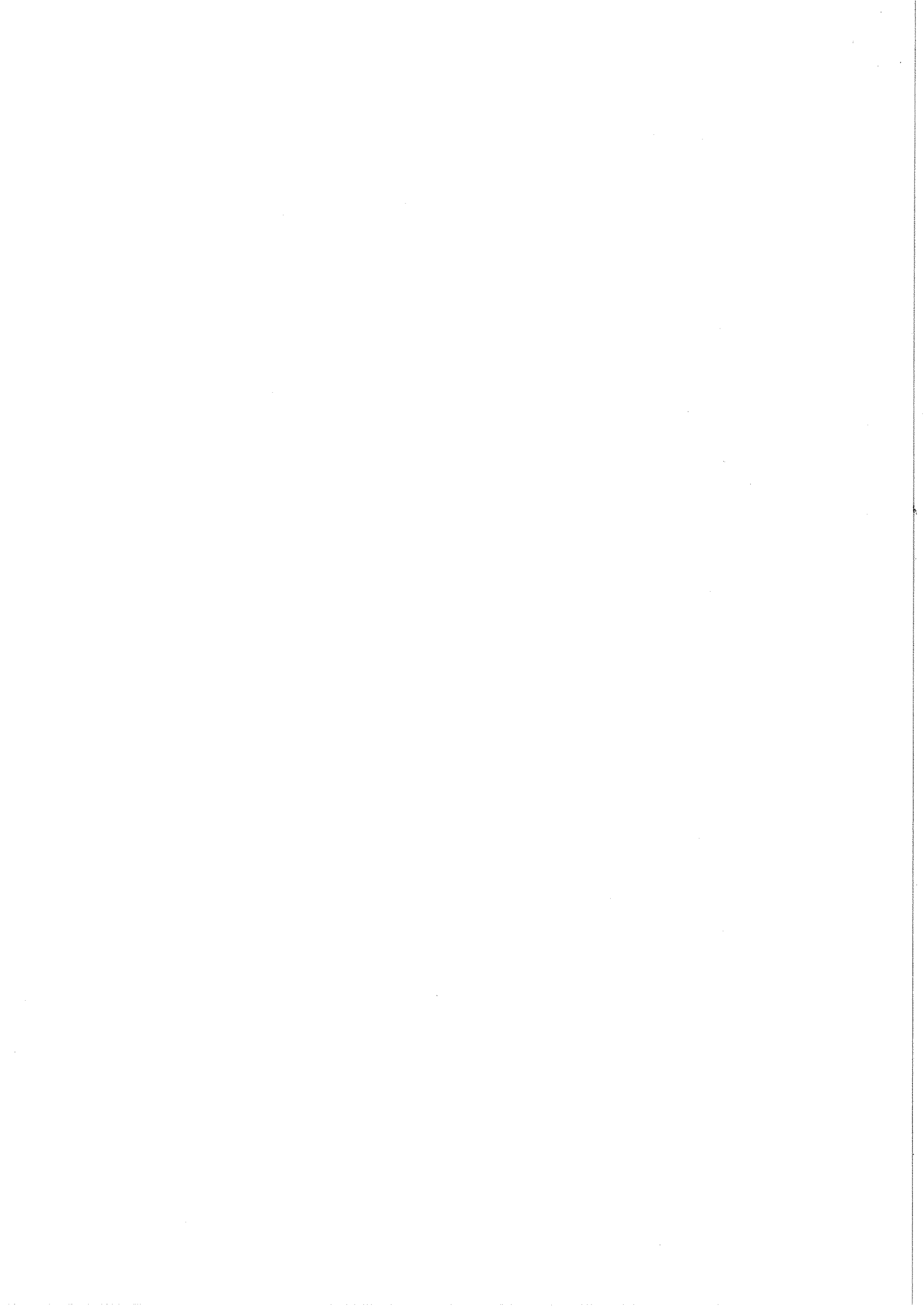

```
1: C
2:   FUNCTION PBTXY(X,Y)
3: C
4: C   THIS IS TO CALCULATE POTENTIAL AT X,Y
5: C
6:   COMMON /CHAMBER/ NW,PI,RATIO,FA,FB,PITCH,
7:   *XW(200),YW(200),RW(200),CW(200),PW(200),YC(200),YS(200)
8: C
9:   PBTXY=0.
10: C
11:   DO 10 I=1,NW,1
12:   PBTXY=PBTXY+CW(I)*VWIRE(X,Y,I)
13: 10 CONTINUE
14: C
15:   RETURN
16:   END
```



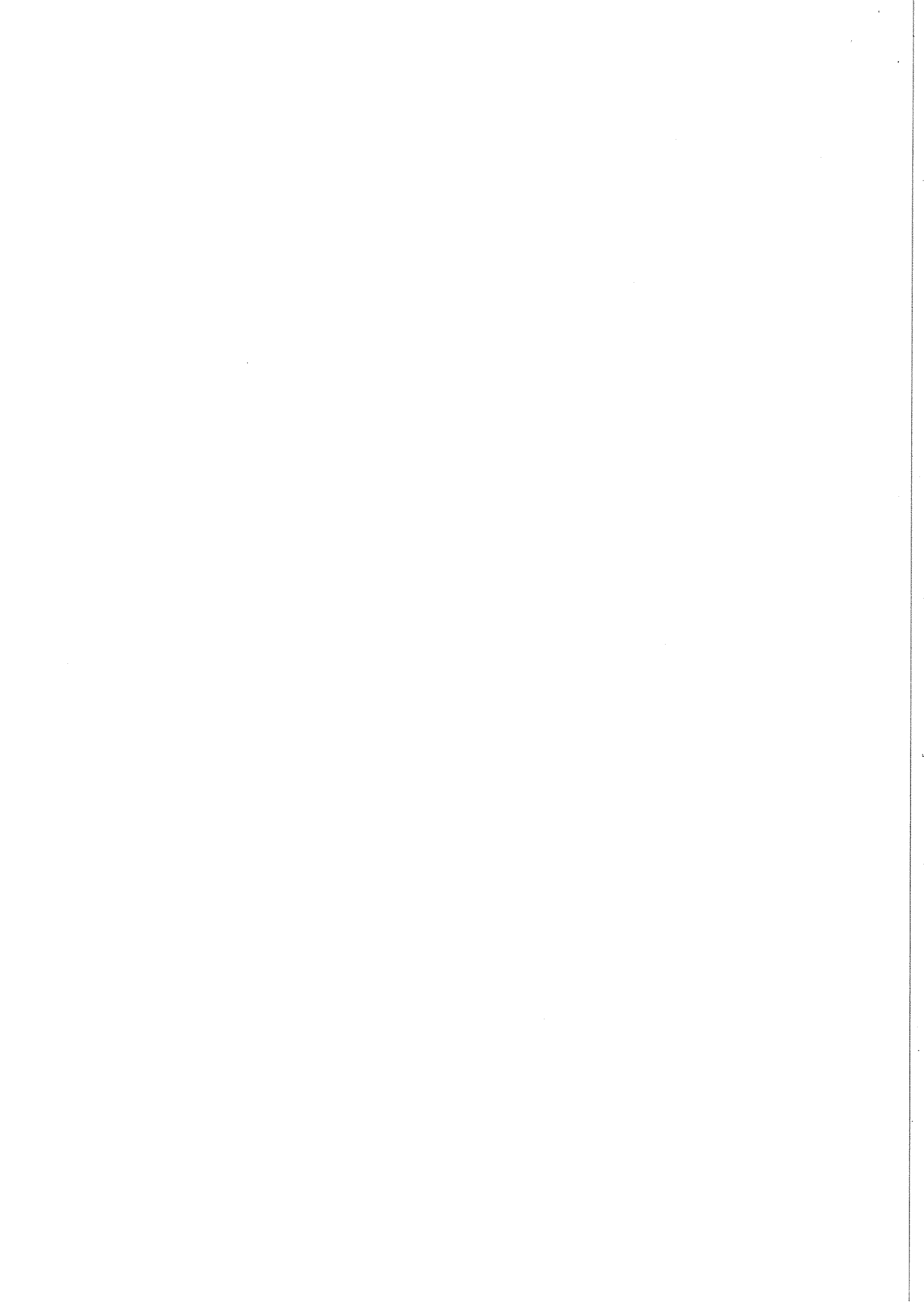
```
1: C
2: SUBROUTINE EFIELD(EX,EY,X,Y,KSTOP)
3: C
4: C THIS IS TO CALCULATE ELECTRIC FIELD AT X,Y
5: C
6: C
7: C PERIODIC ARRANGEMENT OF WIRES
8: C
9: C DIMENSION SG(2)
10: C COMMON /CHAMBER/ NW,PI,RATIO,FA,FB,PITCH,
11: C *XW(200),YW(200),RW(200),CW(200),PW(200),YC(200),YS(200)
12: C
13: C DATA SG/-1.,1./
14: C
15: C EX=0.
16: C EY=0.
17: C KSTOP=1
18: C XX=X*FB
19: C YY=Y*FB
20: C
21: C DO 10 I=1,NW,1
22: C   EWX=0.
23: C   EWY=0.
24: C   DO 20 J=1,2,1
25: C     ALPHA=XX+SG(J)*XW(I)
26: C     BETA=YY+SG(J)*YW(I)
27: C     ALTMP=AMOD(ABS(ALPHA),PI)
28: C     ALTMP=AMIN1(ALTMP,PI-ALTMP)
29: C     IF(ALTMP**2+BETA**2<RW(I)**2) 30,30,40
30: C   30 KSTOP=2
31: C   RETURN
32: C   40 EXPB=EXP(BETA)
33: C     EXPB2=EXPB**2
34: C     SHB=0.5*EXPB-0.5/EXPB
35: C     SH2B=0.5*EXPB2-0.5/EXPB2
36: C     DENOM=SIN(ALPHA)**2+SHB**2
37: C     EWX=EWX+SIN(2.*ALPHA)/DENOM
38: C     EWY=SH2B/DENOM+EWY
39: C   20 CONTINUE
40: C     EX=EX+CW(I)*EWX
41: C     EY=EY+CW(I)*EWY
42: C   10 CONTINUE
43: C
44: C EX=EX*FB
45: C EY=EY*FB
46: C RETURN
47: C
48: C END
```



```
1: C
2:   SUBROUTINE EFIELD(EX,EY,X,Y,IEND)
3: C
4: C   THIS IS TO CALCULATE ELECTRIC FIELD AT X,Y
5: C
6: C   SUBROUTINE EFIELD FOR SINGLE WIRE BETWEEN GROUNDED PLANES
7: C
8:   COMMON /CHAMBER/ NW,PI,RATIO,FA,FB,PITCH,
9:   *XW(200),YW(200),RW(200),CW(200),PW(200),YC(200),YS(200)
10: C
11:   EX=0.
12:   EY=0.
13:   IEND=1
14:   XX=X*FB
15:   YY=Y*FB
16: C
17:   DO 30 I=1,NW
18: C
19:   XP=XX-XW(I)
20:   YP=YY-YW(I)
21: C
22:   IF(XP*XP+YP*YP-RW(I)*RW(I)) 10,10,20
23: C
24:   10 IEND=2
25:   RETURN
26: C
27:   20 EXPX=EXP(XP)
28:   COSY=COS(YP)
29:   SINY=SIN(YP)
30:   COSY1=YC(I)
31:   SINY1=YS(I)
32:   SHX=0.5*EXPX-0.5/EXPX
33:   CHX=0.5*EXPX+0.5/EXPX
34:   SHZR=SHX*COSY
35:   SHZI=CHX*SINY
36:   CHZR=CHX*COSY
37:   CHZI=SHX*SINY
38:   SHZBR=SHZR*COSY1-CHZI*SINY1
39:   SHZBI=SHZI*COSY1+CHZR*SINY1
40:   CHZBR=CHZR*COSY1-SHZI*SINY1
41:   CHZBI=CHZI*COSY1+SHZR*SINY1
42:   SHZM=SHZR*SHZR+SHZI*SHZI
43:   CHZBM=CHZBR*CHZBR+CHZBI*CHZBI
44: C
45:   EX=EX+CW(I)*((SHZR*CHZR+SHZI*CHZI)/SHZM-(SHZBR*CHZBR+SHZBI*CHZBI)/
46:   1CHZBM)
47: C
48:   EY=EY-CW(I)*((SHZR*CHZI-SHZI*CHZR)/SHZM-(SHZBI*CHZBR-SHZBR*CHZBI)/
49:   1CHZBM)
50: C
51:   30 CONTINUE
```



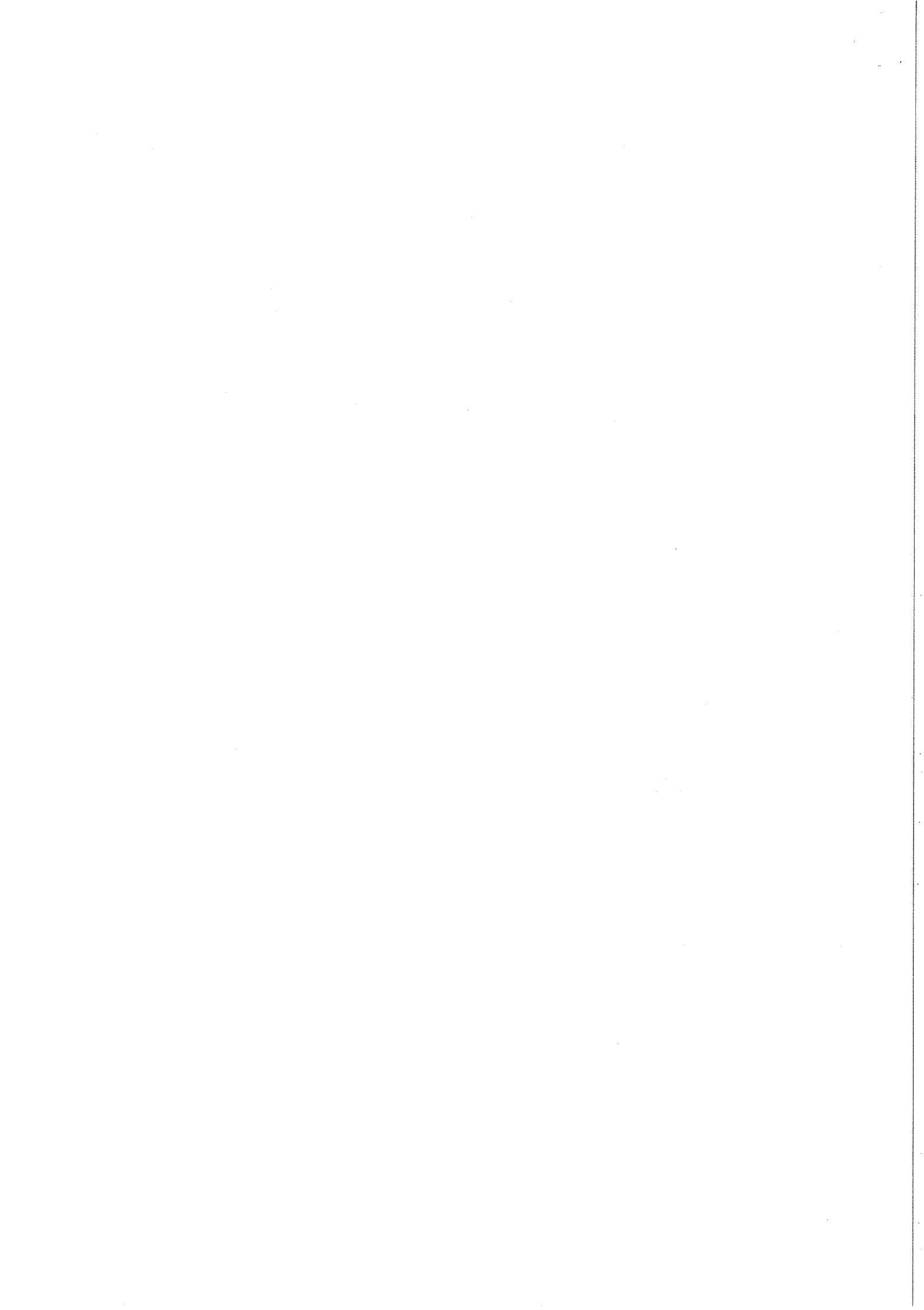
```
52:   C
53:     EX=EX*FB
54:     EY=EY*FB
55:   C
56:     RETURN
57:     END
```




```
1: C
2: SUBROUTINE DRIVEL(V)
3: C
4: C THIS IS TO CALCULATE THE THREE COMPONENTS OF DRIFT VELOCITY
5: C
6: C DIMENSION V(3)
7: C
8: C COMMON /DVELDT/ DVMX,CNUM,CDEN,DCDV
9: C COMMON /FIELDS/ EX,EY,EZ,BX,BY,BZ,BSQR
10: C
11: ESQR=EX*EX+EY*EY+EZ*EZ
12: EMØD=SQRT(ESQR)
13: ESCB=EX*BX+EY*BY+EZ*BZ
14: ALFA=(ESCB*ESCB)/ESQR
15: AMB=ALFA-BSQR
16: CØ=CNUM
17: C
18: 120 CSQ=CØ*CØ
19: CPA=CSQ+ALFA
20: CPB=CSQ+BSQR
21: V1=EMØD*SQRT(CPA/CPB)/CØ
22: DV1=-V1*(1./CØ+CØ*AMB/(CPA*CPB))
23: V2=DVMX*(CØ-CNUM)/(CØ-CDEN)
24: DV2=DCDV/(CØ-CDEN)**2
25: CN=((DV1-DV2)*CØ-V1+V2)/(DV1-DV2)
26: IF(ABS(CN-CØ)/CN.LE.0.01) GO TO 130
27: CØ=CN
28: GO TO 120
29: C
30: 130 V(1)=(CØ*EX+EY*BZ-EZ*BY+ESCB*BX/CØ)/CPB
31: V(2)=(CØ*EY+EZ*BX-EX*BZ+ESCB*BY/CØ)/CPB
32: V(3)=(CØ*EZ+EX*BY-EY*BX+ESCB*BZ/CØ)/CPB
33: RETURN
34: C
35: END
```

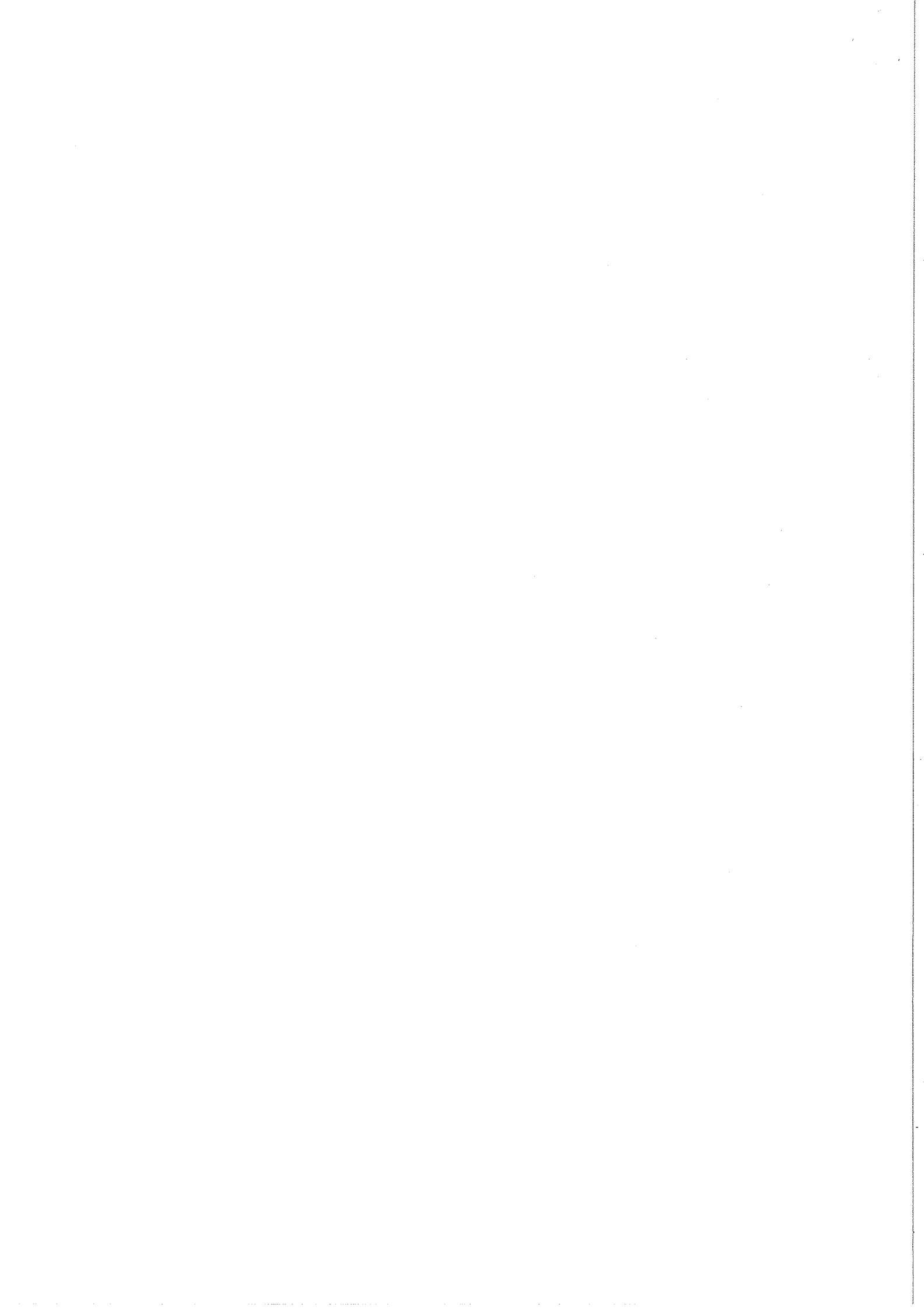


```
1: C
2: SUBROUTINE RESOL(A,B,N,KOD,EPS)
3: C
4: DIMENSION A(1),B(1)
5: C
6: C 1. A: TABLEAU MONODIMENSIONNE DANS LEQUEL ON RANGE EN COLONNES
7: C 1LA MATRICE A, CELLE-CI EST DETRUIE PAR L'EXECUTION DU PROGRAMME
8: C 2. B: TABLEAU DE DIMENSION N DANS LEQUEL SONT RANGES INITIALEMEN
9: C 1LES VALEURS DU SECOND MEMBRE. APRES L'EXECUTION DU PROGRAMME,
10: C 2B CONTIENT LA SOLUTION DU PROBLEME.
11: C 3. N: DIMENSION DU SYSTEME (EGAL AU NOMBRE D'EQUATIONS ET AU
12: C 1NOMBRE DE VARIABLES).
13: C 4. KOD: CODE D'ERREUR.
14: C 1 KOD = 0 SOLUTION NORMALE.
15: C 2 KOD = 1 SYSTEME SINGULIER.
16: C 5. EPS: LIMITE AU-DESSOUS DE LAQUELLE UN PIVOT EST CONSIDERE
17: C 1COMME NUL.
18: C
19: KOD=0
20: JJ=-N
21: DO 8 J=1,N
22: JY=J+1
23: JJ=JJ+N+1
24: EMAX=0.
25: IT=JJ-J
26: DO 2 I=J,N
27: IJ=IT+I
28: IF( ABS(EMAX)-ABS(A(IJ)))1,2,2
29: 1 EMAX=A(IJ)
30: IND=I
31: 2 CONTINUE
32: IF( ABS(EMAX)-EPS) 3,3,4
33: 3 KOD=1
34: RETURN
35: 4 II=J+N*(J-2)
36: IT=IND-J
37: DO 5 K=J,N
38: II=II+N
39: IJ=II+IT
40: R=A(II)
41: A(II)=A(IJ)
42: A(IJ)=R
43: A(II)=A(II)/EMAX
44: 5 CONTINUE
45: R=B(IND)
46: B(IND)=B(J)
47: B(J)=R/EMAX
48: IF(J=N) 6,9,6
49: 6 I0=N*(J-1)
50: DO 8 IK=JY,N
51: IKK=I0+IK
```



```
52:      IT=J-1K
53:      DØ 7 JK=JY,N
54:      IKJ=N*(JK-1)+1K
55:      JKK=IKJ+IT
56:      7 A(1KJ)=A(1KJ)-A(1KK)*A(JKK)
57:      8 B(1K)=B(1K)-B(J)*A(1KK)
58:      C
59:      9 N1=N-1
60:      IT=N*N
61:      DØ 10 J=1,N1
62:      IA=IT-J
63:      IB=N-J
64:      IC=N
65:      DØ 10 K=1,J
66:      B(1B)=B(1B)-A(1A)*B(1C)
67:      IA=IA-N
68:      IC=IC-1
69:      10 CONTINUE
70:      RETURN
71:      END
```

101
102
103
104
105
106
107
108
109
110
111
112
113
114
115
116
117
118
119
120
121
122
123
124
125
126
127
128
129
130
131
132
133
134
135
136
137
138
139
140
141
142
143
144
145
146
147
148
149
150
151
152
153
154
155
156
157
158
159
160
161
162
163
164
165
166
167
168
169
170
171
172
173
174
175
176
177
178
179
180
181
182
183
184
185
186
187
188
189
190
191
192
193
194
195
196
197
198
199
200



```

1:      C
2:      C
3:      C      THIS IS THE MAIN PROGRAM
4:      C
5:      C
6:      C      THIS PROGRAM DISPLAYS IN SEQUENCE 7 CONFIGURATIONS OF INCIDENT
7:      C      PARTICLE
8:
9:      EXTERNAL TVARGS
10:     DIMENSION X(11),Y(11),XV(11),YV(11)
11:     DIMENSION XGS(2),YGS(2),YGI(2)
12:     DIMENSION V(3)
13:     COMMON /FIELDS/ EX,EY,EZ,BX,BY,BZ,BSQR
14:     COMMON /CHAMBER/ NW,PI,RATIO,FA,FB,PITCH,
15:     *XW(200),YW(200),RW(200),CW(200),PW(200),YC(200),YS(200)
16:
17:     DIMENSION A(800)
18:
19:     CALL DRIFDT
20:
21:     CALL PBTCHF(A)
22:
23:     CALL TVBGN(0,TVARGS)
24:
25:     XMAX=0.6*PITCH
26:     XMIN=0.1*(-PITCH)
27:     YMAX=0.5*(XMAX-XMIN)*760./1023.
28:     YMIN=-YMAX
29:     XGS(1)=0.99*XMAX
30:     XGS(2)=0.99*XMIN
31:     YGS(1)= 3.E-3
32:     YGS(2)= 3.E-3
33:     YGI(1)=-3.E-3
34:     YGI(2)=-3.E-3
35:
36:     CALL TVRNG(4HUSER,XMIN,YMIN,XMAX,YMAX)
37:     YSTART=-0.05*PITCH
38:     YSTEP=0.01*PITCH
39:     XSTART=0.45*PITCH
40:     XSTEP=XSTART/7.
41:     STEP=0.24E-3
42:
43:     XMIN=0.
44:     DB 100 L=1,7
45:     CALL TVPLBT(0.,0.,1,1HS)
46:     CALL TVPLBT(0.5*PITCH,0.,1,1HF)
47:     CALL TVDRAW(XGS,YGS)
48:     CALL TVDRAW(XGS,YGI)
49:
50:     DB 110 I=1,11,1
51:     Y(I)=YSTART+FLBAT(I-1)*YSTEP
    X(I)=XSTART

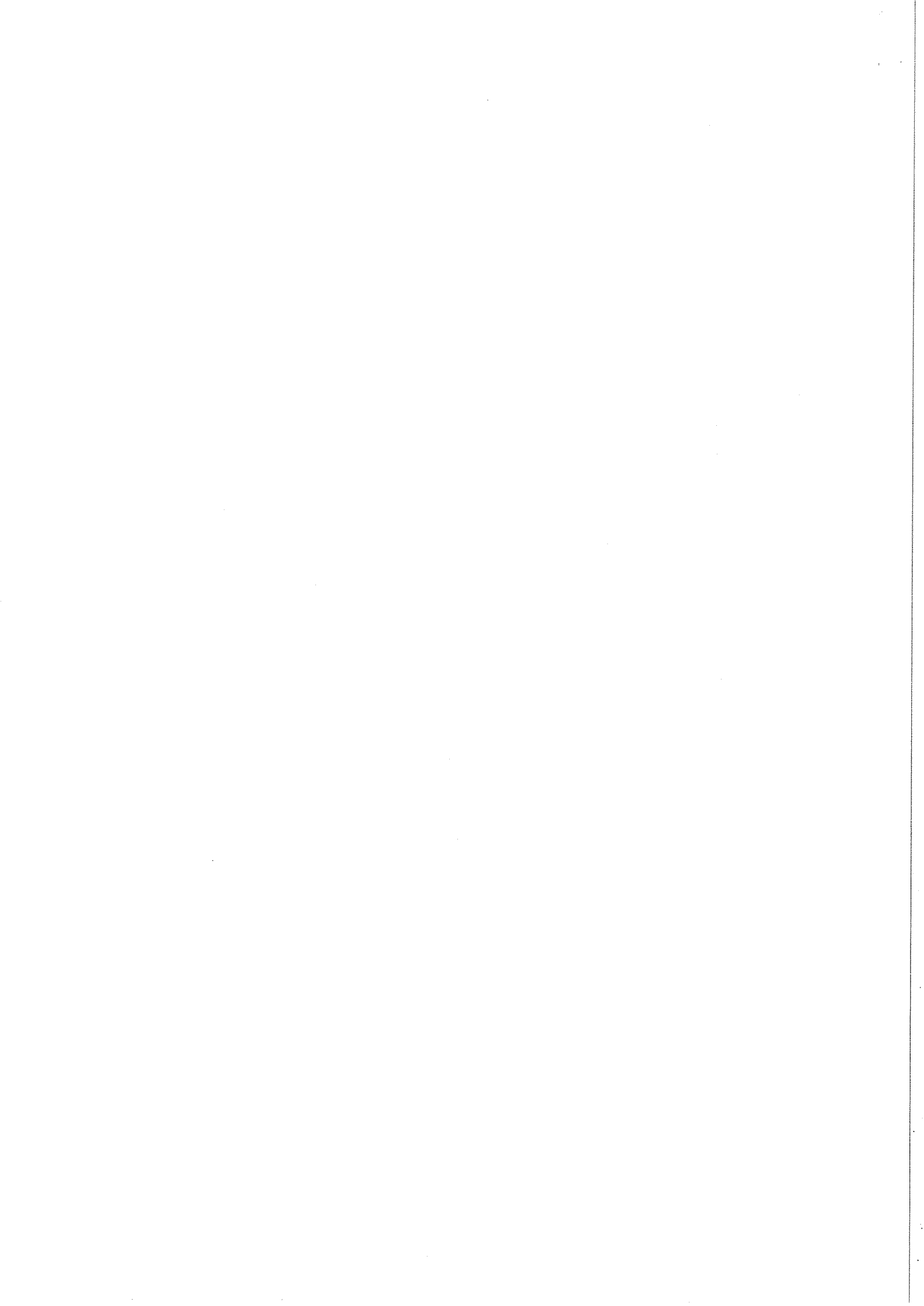
```



```

52:      110 CONTINUE
53:      C
54:      DTIME=0.
55:      70 CALL TVDRAW(X,Y,11,1H )
56:      C
57:      DO 60 N=1,10,1
58:      DO 10 I=1,11,1
59:      CALL EFIELD(EX,EY,X(I),Y(I),IEND)
60:      GO TO (20,30),IEND
61:      20 CALL DRIVEL(V)
62:      XV(I)=V(1)
63:      YV(I)=V(2)
64:      10 CONTINUE
65:      C
66:      C      LOOK FOR MAXIMUM VELOCITY
67:      C
68:      VEL=0.
69:      DO 40 I=1,11,1
70:      VEL=AMAX1(VEL,SQRT(XV(I)**2+YV(I)**2))
71:      40 CONTINUE
72:      C
73:      DT=STEP/VEL
74:      DTIME=DTIME+DT
75:      DO 50 I=1,11,1
76:      X(I)=X(I)+XV(I)*DT
77:      Y(I)=Y(I)+YV(I)*DT
78:      IF(X(I).GT.XMAX.OR.X(I).LT.XMIN) GO TO 30
79:      IF(Y(I).GT.YMAX.OR.Y(I).LT.YMIN) GO TO 30
80:      50 CONTINUE
81:      C
82:      60 CONTINUE
83:      GO TO 70
84:      C
85:      30 CALL TVDRAW(X,Y,11,1H )
86:      PRINT 80,XSTART,DTIME
87:      80 FORMAT(/' XSTART = ',E15.8,10X,'DRIFT TIME = ',E15.8)
88:      C
89:      CALL TVINA(4HE0M ,4,4HN0NE,1)
90:      CALL TVIN(IEND)
91:      CALL TVINB(4HN0NE,1)
92:      CALL TVNEXT
93:      C
94:      XSTART=XSTART-XSTEP
95:      100 CONTINUE
96:      90 CALL TVEND
97:      STOP
98:      C
99:      C
100:     END

```



Annexe 1

Fonctions de potentiel

(voir G.A. Erskine, Electrostatic Problems in Multiwire Proportional Chambers, Nuclear Instruments and Methods 105 (1972) 565-572.)

a) Chambre périodique

- fils equidistants $z_0 = x_0 + iy_0 + ks$
 k entier $[-\infty, +\infty]$
rayon r_0 , potentiel v_0

- plans de masse $z = \pm iL$

- potentiel:
$$V = C \left[\frac{\pi L}{S} \left(1 - \frac{yy_0}{L^2} \right) - \frac{1}{2} \text{Log} (4 \sin^2 \alpha + 4 \text{sh}^2 \beta) \right]$$

$$\alpha = \frac{\pi}{S}(x - x_0) \quad \beta = \frac{\pi}{S}(y - y_0)$$

Approximation valable pour $\frac{L}{S} > 5$

$$V(z_0) = C \left[\frac{\pi L}{S} \left(1 - \frac{y_0^2}{L^2} \right) + \text{Log} \frac{2\pi r_0}{S} \right]$$

$V(z_0) = V_0$ permet de calculer C

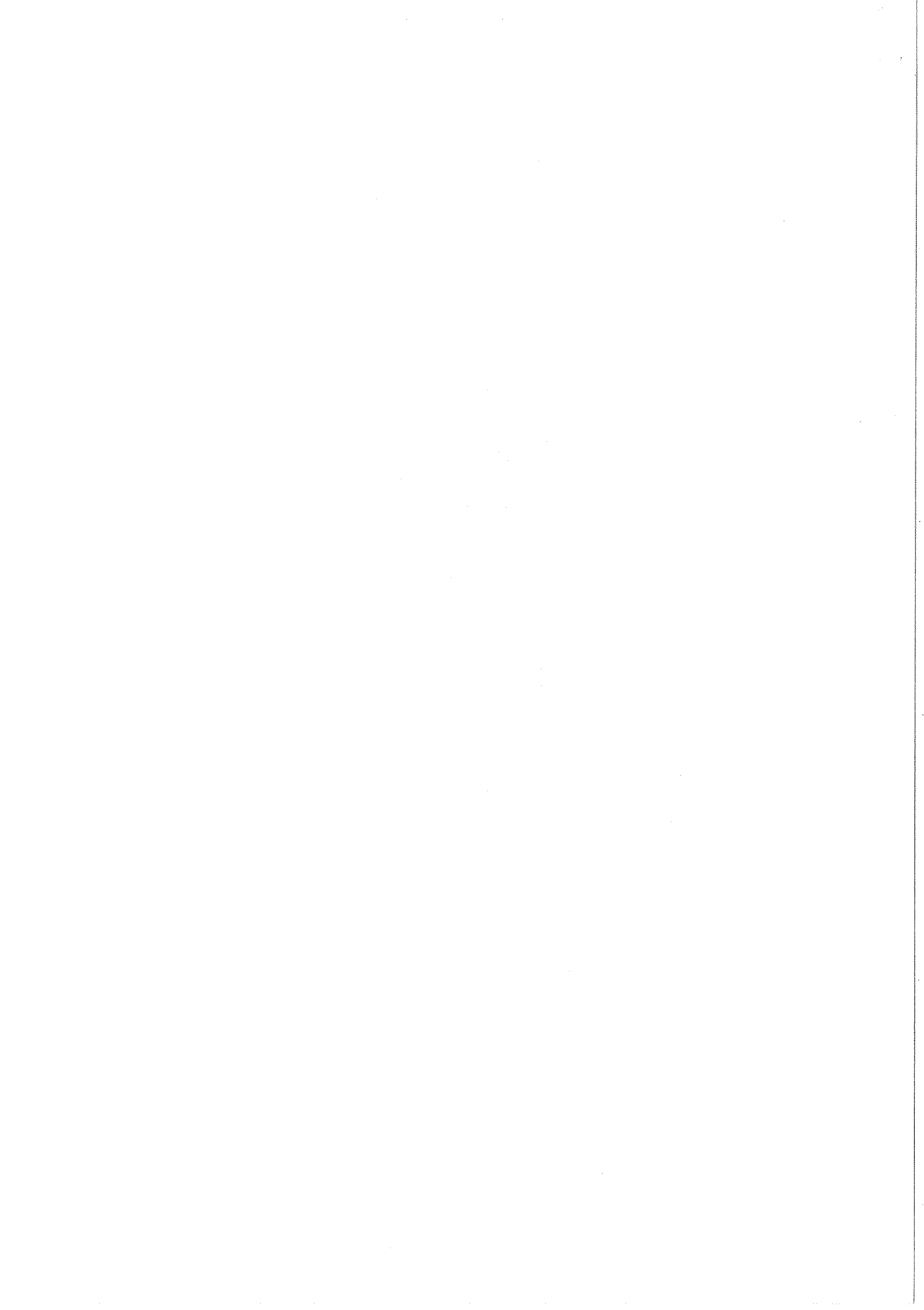
b) Fil individuel

- $z_0 = x_0 + iy_0$ rayon r_0 , potentiel v_0

- plans de masse $z = \pm iL$

$$W = C \text{Log} \left[\frac{\sinh \left(\frac{\pi}{4L}(z - z_0) \right)}{\cosh \left(\frac{\pi}{4L}(z - \bar{z}_0) \right)} \right]$$

$$V(z_0) = C \text{Log} \left[\frac{\frac{\pi r_0}{4L}}{\cos \left(\frac{2\pi y_0}{4L} \right)} \right]$$



Annexe 2

Méthode de calcul de la vitesse de drift

- Equilibre entre
 - force de friction $\vec{F} = -k\vec{v}$
 - forces électromagnétiques $e\vec{E}$ et $e(\vec{v} \times \vec{B})$.

La vitesse de drift \vec{v} est alors donnée par l'expression

$$\vec{v} = \frac{C \cdot \vec{E} + \vec{E} \times \vec{B} + \frac{1}{C} (\vec{E} \cdot \vec{B}) \cdot \vec{B}}{C^2 + \vec{B} \cdot \vec{B}} \quad C = \frac{k}{e}$$

qui est valable pour des champs \vec{E} et \vec{B} quelconques.

$$\vec{v} \cdot \vec{v} = \frac{\vec{E} \cdot \vec{E} + \left(\frac{1}{C} \cdot \vec{E} \cdot \vec{B}\right)^2}{C^2 + \vec{B} \cdot \vec{B}} \quad (1)$$

- Hypothèse: la constante de drift C ne dépend que du module de la vitesse.

Pour le mélange Argon 1 (10) + Argon 2 (5) + Isobutane (5) + Methylal
une bonne représentation de la relation entre $|v|$ et C est donné par

$$|v| = v_{\max} \frac{C - C_{\text{num}}}{C - C_{\text{den}}} \quad (2)$$

avec $v_{\max} = 5.10^4$ m/s

$C_{\text{num}} = 1.574$ Tesla

$C_{\text{den}} = 1.54$ Tesla

- Pour \vec{E} et \vec{B} donnés, C et $|v|$ peuvent être calculés en utilisant (1) et (2).

