

Inhaltsverzeichnis

MATHCAD-Anwendungen.....	XV
Darstellungskonventionen	XVII
Symbolverzeichnis.....	XIX
0 EINFÜHRUNG.....	1
0.1 Die Schnittstelle zwischen Mathematik und Physik.....	1
0.1.1 Größenarten und Größen.....	2
0.1.2 Einheiten	2
0.1.3 Zahlenwert- und Einheitenfaktoren.....	3
0.1.4 Rechenregeln für Formeln.....	4
0.1.5 Physikalische Grundgleichungen und Definitionsgleichungen.....	5
0.1.6 Proportionalitätsfaktoren und Materialkonstanten	6
0.1.7 Das SI-Maß- und Einheitensystem.....	6
0.2 Eine kurze Geschichte der Elektrizitätslehre.....	8
0.3 Grundaufbau der Materie und elektromagnetische Erscheinungen.....	12
0.4 Computerprogramme	14
0.4.1 MATHCAD	16
0.4.2 PSPICE-Programmpaket und Vergleich mit MATHCAD.....	17
1 ELEKTROSTATIK.....	19
1.1 Polarität, Elementarladung und Ladungserhaltung	19
1.2 Die COULOMBKRAFT F_C	20
1.3 Der Feldbegriff	25
1.3.1 Amplituden- und Richtungseigenschaften von Vektorfeldern.....	25
1.3.2 Koordinatensysteme und Differentialelemente	27
1.3.3 Feldkoordinaten und -komponenten.....	28
1.3.4 Feldlinien	32
1.3.5 Skalar- und Vektorfelder.....	34
1.4 Feldstärkeassoziierte Größenarten.....	37
1.4.1 Elektrische Feldstärke E	37
1.4.2 Elektrisches Potential φ_e	42
1.4.2.1 Der Gradient des Potentials $\text{grad}\varphi_e$	43
1.4.2.2 Potential φ_e und Arbeit W	46
1.4.3 Elektrische Spannung U	47
1.4.3.1 Das totale Differential des Potentials $d\varphi_e$	49
1.4.3.2 Spannung U und Arbeit W	50
1.4.3.3 Das Linienintegral	52
1.4.3.4 Auswertung des Linienintegrals für verschiedene Geometrien.....	55
1.4.4 KIRCHHOFFSche Maschenregel, Ringintegral	58
1.4.5 Potential diskreter Ladungsverteilungen	60
1.4.6 Konstruktion elektrischer Feldlinien- und Potentialbilder.....	61
1.5 COULOMBScher Dipol.....	64
1.5.1 Mechanisches Drehmoment T	64

1.5.2 Elektrisches Dipolmoment p	66
1.5.3 Drehmoment und Arbeit	67
1.5.4 Potential und Feldstärke des Dipols im Fernfeld	68
1.6 Erregungsassoziierte Größenarten	70
1.6.1 Diskussion der Definition geeigneter Erregungsgrößenarten	70
1.6.2 Flußberechnung für verschiedene Geometrien	73
1.6.3 Das Oberflächenintegral	76
1.6.4 Das Hüllenintegral, KIRCHHOFFSche Flußknotenregel	80
1.7 Kontinuierliche Ladungsverteilungen	81
1.7.1 Linienladung λ	82
1.7.2 Flächenladung σ , Leiter im elektrischen Feld, Influenz	86
1.7.3 Raumladung ρ	89
1.7.4 GAUßscher Satz der Elektrostatik, Divergenz	93
1.8 Dielektrika im elektrischen Feld	97
1.8.1 Permittivität ϵ	97
1.8.2 Elektrische Polarisation P und Elektrisierung P/ϵ_0	98
1.8.3 Atomare Polarisation und Dipolmoment	102
1.8.4 Geschichtete Dielektrika und Polarisationsbedeckung σ_p	104
1.8.5 Brechungsgesetze an Grenzflächen der Permittivität	106
1.8.6 Die elektrostatische Quelldichte der elektrischen Feldstärke	107
1.8.7 POISSON/LAPLACEgleichung der Elektrostatik	108
1.8.8 Technische Eigenschaften von Dielektrika	112
1.9 Kapazität C	116
1.9.1 Zusammenschalten von Kondensatoren	118
1.9.1.1 Kapazität parallelgeschalteter Kondensatoren, Flußteilerregel	118
1.9.1.2 Kapazität reihengeschalteter Kondensatoren, Spannungsteilerregel	119
1.9.2 Kapazitätsberechnungen bei inhomogenem Feldverlauf	121
1.9.2.1 Zylinderkondensator	122
1.9.2.2 Kugelkondensator	122
1.9.2.3 Kapazität der Doppelleitung	123
1.9.2.4 Kapazität der Einfachleitung gegen Erde, Spiegelungsmethode	125
1.9.3 Bauarten von Kondensatoren	126
1.10 Energieinhalt des elektrostatischen Felds	130
1.10.1 Energieinhalt des Kondensators W_C	130
1.10.2 Elektrische Feldenergie W_e	131
1.10.3 Kraft und Energie	132
1.10.4 Kräfte auf Grenzflächen	135
1.10.4.1 Reihengeschichtetes Dielektrikum	136
1.10.4.2 Parallelgeschichtetes Dielektrikum	137
1.11 Zusammenfassung der Gesetze der Elektrostatik	138
2 ELEKTRODYNAMIK	141
2.1 Leitungsmechanismen in Materie	141
2.1.1 Nichtleiter, Leiter, Halbleiter	142
2.1.2 Klassische Elektronenbahn um den Atomkern	143
2.1.3 Schalen und Orbitale der Atomhülle	144
2.1.4 Die äußere Atomhülle und das Bändermodell	145
2.1.5 Halbleitung	148
2.1.6 Ionenleitung in Flüssigkeiten	150
2.1.7 Ladungsträgerdichten	150
2.2 Feldstärkeassoziierte Größen	152
2.2.1 Größenordnung von Spannungen	153
2.2.2 Spannungserzeugung	153
2.3 Stromassoziierte Größenarten	154
2.3.1 Stromstärke I und Ladung Q	154

2.3.2 Stromdichte S und Strombelag K	156
2.3.3 KIRCHHOFFSche Stromknotenregel	158
2.4 Raumladungsströmung im Vakuum	159
2.5 Strömung durch leitfähige Materie	161
2.5.1 Elektrische Leitfähigkeit κ	161
2.5.2 Beweglichkeit χ	162
2.5.3 Brechungsgesetze an Grenzflächen der Leitfähigkeit	163
2.5.4 Die Quelldichte der elektrischen Feldstärke im Strömungsfeld	166
2.5.5 Technische Eigenschaften von Leitern	166
2.6 OHMScher Leitwert G und Widerstand R, OHMSches Gesetz	168
2.6.1 Zusammenschalten von Widerständen	169
2.6.1.1 Gesamtwiderstand parallelgeschalteter Widerstände, Stromteilerregel	169
2.6.1.2 Gesamtwiderstand reihengeschalteter Widerstände, Spannungsteilerregel	170
2.6.2 Widerstandsberechnungen bei inhomogenem Feldverlauf	171
2.6.3 Eigenschaften und Bauarten von Widerständen	173
2.7 Verlustenergie W_s und -leistung P des Strömungsfelds	176
2.7.1 Verlustenergie und -leistung im Widerstand	177
2.7.2 Elektrische Feldleistung	178
2.8 Widerstandsnetzwerkanalyse	179
2.8.1 Netzwerk-Ersatzschaltbild	179
2.8.2 Zählpeile und Anzahl der Unbekannten im Netzwerk	181
2.8.3 Die KIRCHHOFFSche Knotenregel in der Netzwerk-Analyse	182
2.8.4 Die KIRCHHOFFSche Maschenregel in der Netzwerk-Analyse	183
2.8.5 Das Maschenstromverfahren	185
2.8.5.1 Herleitung des OHMSchen Gesetzes in Maschenstromform	185
2.8.5.2 Unmittelbares Ablesen der MIM-Gleichung aus dem Netzwerk	186
2.8.5.3 Berechnung der Zweigströme aus den Maschenströmen	187
2.8.5.4 Manuelle Determinantenanalyse nach der CRAMERSchen Regel	187
2.8.5.5 Analyse mit dem GAUB-SEIDEL-Algorithmus	188
2.8.6 Das Knotenpotentialverfahren	190
2.8.6.1 Herleitung des OHMSchen Gesetzes in Knotenpotentialform	191
2.8.6.2 Unmittelbares Ablesen der KAM-Gleichung aus dem Netzwerk	192
2.8.6.3 Berechnung der Zweigströme aus den Knotenpotentialen	192
2.8.6.4 Manuelle Determinantenanalyse nach der CRAMERSchen Regel	193
2.8.6.5 Analyse mit dem GAUB-SEIDEL-Algorithmus	194
2.8.7 Zweipoltheorie	195
2.8.8 Schaltungssimulation und -analyse mit PSPICE	197
2.8.8.1 Schaltpläneingabe in SCHEMATICS und Arbeitspunktanalyse	197
2.8.8.2 Parametrisierung gekoppelter Bauelemente mit <i>PARAM</i>	198
2.8.8.3 Variation von Bauelementen und grafische Darstellung mit <i>PROBE</i>	199
2.9 Halbleiter-pn-Übergänge	200
2.9.1 Diffusionsströme und Feldströme	201
2.9.2 Ladungsträgerdichten und Diffusionsspannung	202
2.9.3 Feldstärke- und Potentialverlauf, Sperrschichtbreite	203
2.9.4 pn-Übergang unter Spannung, Diodenkennlinie	206
2.9.5 Bauelemente mit mehreren pn-Übergängen	208
2.9.5.1 Bipolartransistor	208
2.9.5.2 Isolierschicht-Feldeffekttransistor (IG-FET)	211
2.9.5.3 Sperrschicht-Feldeffekttransistor (JUG-FET)	214
2.9.5.4 Thyristor	214
2.9.6 Schaltungssimulation und -analyse mit PSPICE und MATHCAD	216
2.9.6.1 Arbeitspunkt einer Diodenschaltung	216
2.9.6.2 Arbeitspunkt einer Bipolartransistorschaltung	217
2.9.6.3 CMOS-Inverter und CMOS-NAND-Gatter	219

2.10 Verschiebungsströme	221
2.10.1 Verschiebungsstromstärke i_V und -dichte S_V	222
2.10.2 Kontinuitätsgleichung und Relaxationszeit τ	224
2.10.3 Der Kondensator im zeitveränderlichen Feld	226
2.11 RC-Netzwerke im zeitveränderlichen Feld	227
2.11.1 Entladen eines Kondensators über einen Widerstand	228
2.11.2 Ladevorgänge bei allgemeiner Anregung und Ladezustand	229
2.11.3 Komplexe Wechselstromrechnung	231
2.11.3.1 Zeiger	233
2.11.3.2 Impedanz und Admittanz	234
2.11.3.3 Wechselstromleistung	238
2.11.4 RC-Netzwerkanalyse im Frequenz- und Zeitbereich	240
2.11.4.1 Das Knotenpotentialverfahren im Komplexen	241
2.11.4.2 Transienten- und Frequenzanalyse mit PSPICE und MATHCAD	242
2.11.4.3 Aufstellen der Differentialgleichung aus der komplexen Darstellung	246
2.12 Zusammenfassung der Gesetze der Elektrodynamik	248
3 AMPÈRESCHER MAGNETISMUS	251
3.1 Magnetismus als Erfahrungswissenschaft	251
3.2 Magnetische Kraft F_m	255
3.2.1 Magnetische Kraft zwischen stromdurchflossenen Leitern	255
3.2.1.1 Die endliche Lichtgeschwindigkeit als Ursache des Magnetismus	255
3.2.1.2 Von der elektrischen Feldstärke zur magnetischen Kraft	257
3.2.1.3 Kraft paralleler Ströme, Ampèrdefinition	258
3.2.2 Magnetische Kraft F_m zwischen bewegten Punktladungen	260
3.3 Flußassoziierte Größenarten	261
3.3.1 Magnetische Flußdichte B	261
3.3.2 Vektordarstellung der Flußdichte	262
3.3.3 Magnetische Feldlinienbilder	264
3.3.4 Magnetischer Fluß Φ und Spulenfluß ψ	267
3.3.5 Quellenfreiheit des Flusses	268
3.4 LORENTZKRAFT F_L	269
3.4.1 Vektordarstellung der LORENTZkraft	269
3.4.2 Volumenkraftdichte	271
3.4.3 HALL-Effekt	272
3.4.4 Kraft auf ein bewegtes Elektron im Magnetfeld	274
3.4.4.1 Aufstellen der Geschwindigkeitsdifferentialgleichungen	275
3.4.4.2 Lösen der Geschwindigkeitsdifferentialgleichungen	276
3.4.4.3 Bestimmung der Trajektorie	277
3.4.4.4 Diskussion der Trajektorie	278
3.4.5 Kraft auf eine Leiterschleife im Magnetfeld, Arbeit	281
3.5 Magnetischer Dipol	282
3.5.1 Magnetisches Moment m und Dipolmoment j	282
3.5.2 Anwendungen des magnetischen Dipols	284
3.5.2.1 Elektromotor	284
3.5.2.2 Meßtechnik	285
3.5.3 Drehmoment und Arbeit	286
3.5.4 Drehmoment und Leistung des Gleichstrommotors	287
3.5.5 Dipolfeld, magnetische Ersatzladungen	288
3.6 Erregungsassoziierte Größenarten	289
3.6.1 Magnetische Feldstärke H	289
3.6.2 Gesetz von BIOT-SAVART	290
3.6.2.1 Magnetfeld eines geraden stromdurchflossenen Leiters	292
3.6.2.2 Magnetfeld auf der Mittelachse eines Stromkreises	293
3.6.3 Magnetische Spannung V_m	294

3.6.4 Durchflutungsgesetz.....	295
3.6.4.1 Integrale Form des Durchflutungsgesetzes	295
3.6.4.2 Differentielle Form des Durchflutungsgesetzes, Rotor	298
3.6.4.3 Anwendungen des Durchflutungsgesetzes	302
3.6.5 *Vektorpotential A_m	307
3.7 Magnetika im magnetischen Feld	308
3.7.1 Permeabilität μ	308
3.7.2 Magnetische Polarisation J und Magnetisierung M	309
3.7.3 Atomare Polarisation, BOHR-Magneton, Flußquant	312
3.7.4 Brechungsgesetze an Grenzflächen der Permeabilität.....	314
3.7.5 Die Quelldichte der magnetischen Feldstärke	315
3.7.6 Physikalisch-technische Eigenschaften von Magnetika.....	316
3.7.6.1 Dia- und Paramagnetismus	317
3.7.6.2 Ferromagnetismus.....	318
3.7.6.3 Ferrimagnetismus	323
3.7.6.4 Kennliniendarstellung mit PSPICE	324
3.8 Magnetostatik und Querbezug zur Elektrostatik.....	325
3.9 Magnetische Kreise	327
3.9.1 Magnetischer Leitwert Λ und magnetischer Widerstand R_m	328
3.9.2 OHMSches Gesetz des Magnetismus.....	329
3.9.3 Magnetischer Kreis mit Luftspalt, Streufluß	331
3.9.4 Verzweigte magnetische Kreise	334
3.9.5 Berechnung von Dauermagnetkreisen	336
3.9.5.1 Arbeitspunkt	337
3.9.5.2 Modellierung des Dauermagneten durch eine äquivalente Spule	338
3.9.5.3 Optimierung von Dauermagneten	340
3.10 Zusammenfassung der Gesetze des AMPÈRESchen Magnetismus.....	341
4 MAGNETODYNAMIK.....	343
4.1 Induktion.....	343
4.1.1 Bewegungsinduktion	343
4.1.1.1 Translatorische Bewegung.....	344
4.1.1.2 Rotatorische Bewegung	348
4.1.2 Transformatorische oder Ruheinduktion	349
4.1.3 Gegeninduktion, LENZsche Regel	352
4.1.4 Das FARADAYSche Induktionsgesetz, Zirkulationsmesser.....	354
4.1.5 Differentielle Form des Induktionsgesetzes, Rotationsmesser	357
4.2 Induktivität.....	360
4.2.1 (Selbst-)Induktivität L	360
4.2.2 Die Spule im zeitveränderlichen Feld	362
4.2.3 Zusammenschaltung von Spulen	365
4.2.3.1 Induktivität parallelgeschalteter Spulen und magnetischer Leitwerte	365
4.2.3.2 Induktivität reihengeschalteter Spulen und magnetischer Leitwerte.....	366
4.2.4 Induktivitätsberechnungen bei inhomogenem Feldverlauf.....	367
4.2.4.1 Induktivität und Kapazität längshomogener Leitungen	368
4.2.4.2 Induktivität der Bandleitung	369
4.2.4.3 Induktivität der Doppelleitung.....	370
4.2.4.4 Induktivität der Ringleitung.....	372
4.2.5 Bauarten und Einsatzbereiche von Spulen	373
4.2.6 Gegeninduktivität L_{ij}	374
4.3 Energie des magnetischen Felds.....	377
4.3.1 Energieinhalt der Spule W_L	377
4.3.2 Magnetische Feldenergie W_m	378
4.3.3 Induktivitätsberechnung aus der Feldenergie.....	380
4.3.4 Energieverluste durch Ummagnetisierung.....	380
4.3.4.1 Hystereseverluste	381

4.3.4.2	Wirbelstromverluste	382
4.3.5	Kraft und Energie	385
4.3.6	Kräfte auf Grenzflächen	388
4.3.6.1	Reihengeschichtetes Magnetikum	388
4.3.6.2	Parallelgeschichtetes Magnetikum	389
4.4	Transformator und Übertrager	391
4.4.1	Klassifizierung	391
4.4.1.1	Transformator der Energietechnik	392
4.4.1.2	Übertrager der Nachrichtentechnik	393
4.4.2	Transformatorgleichungen	394
4.4.3	Verlustloser Transformator unter Last	396
4.4.4	Idealer Transformator	398
4.4.5	Leerlauf und Kurzschluß des verlustlosen Transformators	400
4.4.6	Elektrische Ersatzschaltbilder des Transformators	401
4.4.7	Elektrisch und magnetisch gekoppelte Spulen, Differentialübertrager	405
4.4.8	Transformatoranalyse mit PSPICE	408
4.4.9	Energie im Transformator, Umkehrungssatz	411
4.5	Netzwerke mit Spulen im zeitveränderlichen Feld	412
4.5.1	Entladen einer Spule über einen Widerstand	414
4.5.2	Ladevorgänge bei allgemeiner Anregung und Ladezustand	415
4.5.3	Duale Netzwerke	416
4.5.4	Übergang von der Feldbeschreibung zur Netzwerkanalyse	418
4.5.4.1	Durchflutungsgesetz und Knotenregel	418
4.5.4.2	Induktionsgesetz und Maschenregel	419
4.5.5	Ausgleichsvorgänge im Schwingkreis	420
4.5.5.1	Lösungsansatz der DGL	421
4.5.5.2	Schwingfall	423
4.5.5.3	Dämpfungsfall	426
4.5.5.4	Aperiodischer Grenzfall	427
4.5.6	Komplexe Wechselstromrechnung im Schwingkreis	428
4.5.7	Schaltvorgänge im Schwingkreis bei Wechselanregung	431
4.6	Drehstrom	435
4.6.1	Drehfeld und mehrphasiges Wechselfeld	436
4.6.2	Sternschaltung auf Erzeuger- und Verbraucherseite	438
4.6.3	Dreieckschaltung auf Erzeuger- und Verbraucherseite	441
4.6.4	Asynchronmotor	442
4.6.5	Verbesserung des Leistungsfaktors λ	446
4.7	Zusammenfassung der Gesetze der Magnetodynamik	448
5	FOURIER- UND LAPLACEANALYSE	451
5.1	FOURIERreihe	451
5.1.1	Berechnung der FOURIERkoeffizienten	453
5.1.2	Alternative Darstellungsformen von FOURIERreihen	457
5.1.3	Eigenschaften von FOURIERreihen	458
5.1.4	FOURIERreihe mit PSPICE	459
5.2	FOURIERtransformation	461
5.2.1	Spektren von Cosinus, δ -Impuls und Rechteck	462
5.2.2	Eigenschaften der FOURIERtransformation	465
5.2.3	FOURIERtransformation mit PSPICE	466
5.3	LAPLACEtransformation	467
5.3.1	Einige Grund-LAPLACEtransformierte	468
5.3.2	Eigenschaften der LAPLACEtransformation	469
5.3.3	LAPLACEtransformation in der Netzwerkanalyse	470
5.3.4	Partialbruchzerlegung	474
5.3.5	LAPLACEtransformation mit PSPICE	475

6 PSPICE-PROGRAMMPAKET.....	477
6.1 Überblick.....	477
6.1.1 Darstellungskonventionen.....	477
6.1.2 Anwendungsgebiete und Programmstruktur.....	478
6.1.3 Dateienstruktur.....	480
6.1.4 Übersicht über die Analysearten.....	482
6.1.5 Simulationsablauf.....	483
6.2 SCHEMATICS mit PSPICE.....	485
6.2.1 Einführung.....	485
6.2.1.1 Arbeiten mit der Maus.....	485
6.2.1.2 Die SCHEMATICS-Arbeitsfläche.....	486
6.2.1.3 Bedeutungen der Werkzeug-Icons.....	487
6.2.1.4 Bedeutungen der Felder der Menüleiste.....	489
6.2.2 Bauelemente.....	492
6.2.2.1 Bauelementtypkennzeichnung.....	493
6.2.2.2 Bauelementbibliotheken.....	493
6.2.2.3 Bauelementplatzierung.....	494
6.2.2.4 Bauelementattribute editieren.....	496
6.2.2.5 Bauelementverbindung und Knotenkennzeichnung.....	497
6.2.2.6 Parametrisierung gekoppelter Bauelemente mit <i>PARAM</i>	498
6.2.2.7 Schaltung verändern mit <i>Replace</i> und <i>Find</i>	499
6.2.2.8 Bauelementtypen.....	500
6.2.2.9 *Block-Strukturen.....	507
6.2.3 Simulationsvorbereitung und -durchführung.....	509
6.2.3.1 Ausgabevariablensyntax.....	510
6.2.3.2 Kennlinienerstellung mit <i>DC Sweep</i>	511
6.2.3.3 Frequenz- und ggf. Rauschanalyse mit <i>AC Sweep</i>	512
6.2.3.4 Zeit- und ggf. FOURIERanalyse mit <i>Transient</i>	512
6.2.3.5 Kurvenscharen mit <i>Parametric</i>	513
6.2.3.6 *Weitere Eingabemöglichkeiten in <i>Analysis Setup</i>	514
6.2.3.7 PROBE Setup.....	515
6.2.3.8 Simulationsergebnisse auf dem SCHEMATICS-Arbeitsblatt.....	516
6.2.3.9 Simulationsergebnisse in der Ausgabedatei <i>.out</i>	518
6.2.3.10 *Mehrere Versionen (Rücksetzpunkte) mit Checkpoints.....	518
6.2.4 PSPICE arbeitet: das Simulations-Statusfenster.....	519
6.2.5 Ausgabedateianalyse mit Examine Output.....	520
6.3 PROBE.....	522
6.3.1 Einführung.....	522
6.3.1.1 SCHEMATICS/PROBE- und PSPICE/PROBE-Schnittstelle.....	523
6.3.1.2 Die PROBE-Arbeitsfläche.....	523
6.3.1.3 Bedeutungen der Werkzeug-Icons.....	523
6.3.2 Bedeutungen der Felder der Menüleiste.....	525
6.3.2.1 Dateiverwaltung mit File.....	525
6.3.2.2 Kurven(schar)verwaltung mit Edit und Farbänderungen.....	526
6.3.2.3 Kurvendarstellung mit Trace.....	527
6.3.2.4 Darstellung manipulieren mit Plot.....	530
6.3.2.5 Nützliche Hilfsmittel mit Tools.....	534
6.4 *Der SYMBOL EDITOR.....	538
6.4.1 SCHEMATICS/SYMBOL EDITOR-Schnittstelle.....	538
6.4.2 Die SYMBOL EDITOR-Arbeitsfläche.....	539
6.4.3 Bedeutungen der Werkzeug-Icons.....	540
6.4.4 Bedeutungen der Felder der Menüleiste.....	540
6.4.5 Änderung der graphischen Darstellung eines Bauelements.....	541

Lösungen zu den Aufgaben zur Elektrostatik	543
Lösungen zu den Aufgaben zur Elektrodynamik	589
Lösungen zu den Aufgaben zum AMPÈRESchen Magnetismus	625
Lösungen zu den Aufgaben zur Magnetodynamik	653
Lösungen zu den Aufgaben zur FOURIER- und LAPLACEanalyse	695
Mathematische Formelsammlung	703
Physikalische Formelsammlung	709
MATHCAD-Schlüsselwörter englisch/deutsch	716
Literaturverzeichnis.....	717
Sachverzeichnis.....	721