

Michael Kaufmann

Plasmaphysik und Fusionsforschung

Plasmaphysik und Fusionsforschung
Plasmaphysik und Fusionsforschung
Plasmaphysik und Fusionsforschung



Teubner

B. G. Teubner Stuttgart · Leipzig · Wiesbaden

Inhalt

1	Einleitung	11
1.1	Charakterisierung von Plasmen	11
1.2	Zustandsgrenzen	17
1.3	Elektrische Wechselwirkung	19
1.4	Entartete Plasmen	24
2	Atomare Prozesse	28
2.1	Coulomb-Stoßprozesse	28
2.2	Bremsstrahlung	35
2.3	Ionisation und Rekombination	38
2.4	Dissoziation und Franck-Condon-Effekt	45
2.5	Ladungsaustausch	47
2.6	Laserlichtstreuung	52
3	Einzelteilchenbeschreibung	59
3.1	Bewegung in elektrischen und magnetischen Feldern	59
3.2	Elektronzyklotronstrahlung	61
3.3	Die Driftbewegung	63
3.4	Die Invarianz des Magnetischen Moments	66
3.5	Beispiele zur Driftbewegung	68
3.6	Invarianten der Bewegung	74
4	Statistische Beschreibung	81
4.1	Hydrodynamische Beschreibung	81
4.2	Darstellung im Phasenraum	84

4.3	Die Fokker-Planck-Gleichung	91
5	Magnetohydrodynamische Gleichungen	103
5.1	Die Bildung von Momenten	103
5.2	Flüssigkeitsgleichungen als Momentengleichungen	105
5.3	Einfüßsigkeitsbild	107
5.4	Ideale MHD-Gleichungen	115
6	Magnetischer Einschluss: Lineare Gleichgewichte	121
6.1	MHD-Gleichgewichte	121
6.2	Die "θ-Pinch"- Konfiguration	122
6.3	Die "z-Pinch"-Konfiguration	122
6.4	Magnetischer Druck und Feldlinienspannung	124
6.5	Zur Stabilität von linearen Gleichgewichten	124
6.6	Die "Screw-Pinch" Konfiguration	126
6.7	Elektrisches Feld, Rotation und Driften	128
6.8	Gleichgewicht von Solaren Filamenten	133
7	Der toroidale Einschluss	135
7.1	Grundeigenschaften der Gleichgewichte	135
7.2	Die axialsymmetrische Konfiguration	137
7.3	Nichtaxialsymmetrische Konfigurationen	151
8	Der Einschluss im Teilchenbild	157
8.1	Drift in axialsymmetrischen Magnetfeldern	157
8.2	Driftbahnen und Transport im Stellarator	166
9	Wellen in homogenen Plasmen	169
9.1	Einleitung	169
9.2	Linearisierung	171
9.3	Wellen ohne stationäres Magnetfeld	173
9.4	Wellen mit stationärem Magnetfeld	179
9.5	Alfvén-Wellen	186

9.6	Wellenheizung und Stromtrieb	189
10	Wellen und Instabilitäten in inhomogenen Plasmen	194
10.1	Einleitung	194
10.2	Austauschinstabilität	195
10.3	Eigenwertproblem und Energieprinzip	202
10.4	MHD-Stabilität zylindersymmetrischer Gleichgewichte	203
10.5	Kontinuierliches Eigenspektrum	207
10.6	Resistive MHD-Instabilitäten	211
10.7	Driftwellen	219
11	Der Plasmarand	224
11.1	Einführung	224
11.2	Prozesse an der Wandoberfläche	225
11.3	Die Plasmarandschicht	230
11.4	Die Abschältschicht	239
12	Fusion als Energiequelle	246
12.1	Energieversorgung der Zukunft	246
12.2	Energie aus Fusion	254
12.3	Der Reaktor mit magnetischem Einschluss	262
12.4	Trägheitsfusion	273
	Literaturverzeichnis	278
	Sachverzeichnis	285