

Ferdinand Cap

Lehrbuch der Plasmaphysik und Magnetohydrodynamik

Springer-Verlag Wien New York

Inhaltsverzeichnis

§ 1 Plasma und seine Anwendungen	1
1.1 Was ist ein Plasma?	1
1.2 Quasineutralität	2
1.3 Thermonukleare Fusion	3
1.4 Plasma im Weltraum	6
1.5 Technische Anwendungen	7
1.6 Magnetohydrodynamische Anwendungen	8
§ 2 Kennziffern und Klassifikation von Plasmen	11
2.1 Die Plasmafrequenz	11
2.2 Die Abschirmlänge	12
2.3 Der Plasmaparameter	14
2.4 Stoßweglänge und Stoßfrequenz	15
2.5 Klassifikation von Plasmen	20
§ 3 Die Bewegung geladener Teilchen in elektromagnetischen Feldern	27
3.1 Die Gyrationbewegung	27
3.2 Driftbewegung	29
3.3 Das Führungszentrum	35
3.4 Der Spiegeleffekt	40
3.5 Zeitlich rasch veränderliche Felder	44
3.6 Elektrische Ströme im Plasma	47
3.7 Makroskopische Wirkungen der Teilchenbewegung	53
3.8 Plasmaaufheizung im Teilchenbild	58
§ 4 Statistische Theorie	61
4.1 Verteilungsfunktion und Phasenraum	61
4.2 LIOUVILLE-Theorem und VLASOV-Gleichung	63
4.3 Stöße in der statistischen Theorie	67
4.4 Stoßintegrale	71
4.5 Die Gleichungen von FOKKER-PLANCK und LENARD-BALESCU	76
4.6 Lösungen der VLASOV-Gleichung	83
4.7 Gleichgewichtsverteilungsfunktionen	88
4.8 Die LANDAU-Dämpfung	92
§ 5 Magnetohydrodynamik	99
5.1 Die grundlegenden Gleichungen und ihre Randbedingungen	99
5.2 Energiesatz und Zustandsgleichung	108
5.3 Ideale und reale Magnetohydrodynamik	113
5.4 Die Gültigkeitsgrenzen der Magnetohydrodynamik	115

§ 6	Mehrflüssigkeitstheorie	119
	6.1 Statistische Theorie	119
	6.2 Die SCHLÜTERSchen Gleichungen	123
	6.3 OHMSches Gesetz	125
	6.4 Ionenschlupf und LORENTZ-Gas	128
	6.5 Die SAHA-Gleichung	131
	6.6 Transportvorgänge	132
§ 7	Spezielle Plasmatheorien	137
	7.1 Die Driftnäherung	137
	7.2 Quasimagnetohydrodynamik	138
	7.3 Die doppelt adiabatische Magnetohydrodynamik	139
§ 8	Der Plasmaeinschluß	143
	8.1 Plasmabehälter	143
	8.2 Magnetohydrostatik	152
	8.3 Kraftfreie Magnetfelder	157
	8.4 Ist Selbsteinschluß möglich?	159
	8.5 Der Pinch-Effekt	161
	8.6 Die SCHAFRANOV-GRAD-SCHLÜTER-Gleichung	164
	8.7 Das Plasma im Torus	168
	8.8 Magnetische Fallen	176
§ 9	Wellen und Instabilitäten	183
	9.1 Schwingungen und Wellen	183
	9.2 Das NYQUIST-Theorem	191
	9.3 Nichtlineare Schwingungen und Wellen	195
	9.4 Ursachen und Systematik der Instabilitäten	199
§ 10	Wellen in Plasmen	205
	10.1 Arten von Wellen	205
	10.2 Wellen im kalten Plasma	206
	10.3 Wellen im warmen Plasma	219
	10.4 Magnetohydrodynamische Wellen	230
	10.5 Wellen im VLASOV-Plasma	235
	10.6 Wellen in begrenzten Plasmasystemen	244
	10.7 Plasmaheizung	247
§ 11	Die Instabilitäten der Magnetohydrodynamik	251
	11.1 Die Instabilitätskriterien von SCHLÜTER und BERNSTEIN	251
	11.2 Spezielle MHD-Instabilitäten eines idealen Plasmas	257
	11.3 MHD-Instabilitäten eines realen Plasmas	268
	11.4 Instabilitäten in inhomogenen und anisotropen Plasmen	274
	11.5 Die Abbruchinstabilität	279

§ 12	Mikroinstabilitäten	281
12.1	Das PENROSE-Kriterium und Strahlinstabilitäten	281
12.2	Mikroinstabilitäten im inhomogenen Plasma und im Tokamak	289
12.3	Nichtlineare Effekte	292
12.4	Neoklassischer Transport und das H-Regime	296
§ 13	Allgemeine Theoreme der Magnetohydrodynamik	301
13.1	Das Theorem von CROCCO und die Potentialbedingung	301
13.2	Die BERNOULLI-Gleichung und das TRUESDELL-Theorem	304
13.3	MHD-Dynamo und die Abbremsung der Sternrotation	309
13.4	Das Ausflußtheorem	311
§ 14	MHD-Strömungen eines inkompressiblen Plasmas	313
14.1	Strömungstypen und die HARTMANN-Strömung	313
14.2	POISEUILLE- und COUETTE-Strömung	318
14.3	Parallelströmung	320
§ 15	MHD-Strömungen eines kompressiblen Plasmas	323
15.1	Charakteristikentheorie	323
15.2	Potentialströmung	330
15.3	Instationäre Strömungen	339
15.4	Stoßwellen	342
15.5	Strömungsprobleme eines realen kompressiblen Plasmas	352
15.6	Plasmaströmung und Wärmeleitung	361
15.7	Das Grenzschichtproblem	365
15.8	Technische Anwendungen der Magnetohydrodynamik	371
§ 16	Instabilität und Turbulenz	379
16.1	Instabilwerden von Strömungen	379
16.2	Das BÉNARD-Problem	384
16.3	Turbulenz	388
	Literaturverzeichnis	397
	Sachverzeichnis	405