

Indice

Prefazione	v
1 Introduzione	1
1.1 L'equazione di Saha	3
1.2 La lunghezza di Debye	5
1.3 Parametri caratteristici dei plasmi	8
1.4 Descrizione classica di un plasma	13
Esercizi e problemi	14
2 Teoria delle orbite	17
2.1 Campo magnetico omogeneo e costante	17
2.2 Campo magnetico e campo elettrico ortogonali	19
2.3 Campi magnetici lentamente variabili	21
2.3.1 Campi debolmente disomogenei	21
2.3.2 Invarianza adiabatica del momento magnetico	23
2.3.3 Specchi e bottiglie magnetiche	25
Esercizi e problemi	28
3 Descrizione cinetica dei plasmi	31
3.1 La funzione di distribuzione	31
3.2 I momenti della funzione di distribuzione	34
3.3 L'equazione di Vlasov e il teorema di Jeans	38
Esercizi e problemi	40
4 I modelli fluidi	43
4.1 Il caso dei gas neutri	43
4.2 Il caso dei plasmi: il modello a due fluidi	49
4.3 Il modello a un fluido	52
Esercizi e problemi	58

5	La magnetoidrodinamica	63
5.1	Le equazioni MHD	63
5.1.1	La pressione magnetica	68
5.1.2	La forma conservativa delle equazioni MHD	69
5.2	L'evoluzione nel tempo dei campi magnetici	71
5.2.1	$\mathcal{R}_m \ll 1$: la diffusione magnetica	72
5.2.2	$\mathcal{R}_m \gg 1$: il teorema di Alfvén	73
5.3	Stati di equilibrio dei plasmi ideali	76
5.3.1	Equilibri dei campi senza forza	78
5.3.2	Equilibri in presenza di forze magnetiche	82
5.4	Perturbazioni degli stati di equilibrio	84
	Esercizi e problemi	86
6	Instabilità	89
6.1	Stabilità lineare degli equilibri in MHD ideale	90
6.2	Instabilità in presenza di gravità	93
6.2.1	Instabilità di Rayleigh-Taylor: $B_0 = 0$	95
6.2.2	Instabilità di Kruskal-Shafranov: $B_0 \neq 0$	98
6.2.3	Instabilità di Parker	100
6.2.4	Instabilità in presenza di flussi di plasma: l'instabilità di Kelvin - Helmholtz	110
6.3	Instabilità in geometria cilindrica	116
6.3.1	Instabilità di una colonna di plasma	117
6.3.2	Confinamento degli archi coronali	125
6.3.3	Instabilità Magnetorotazionale (MRI)	129
	Esercizi e problemi	133
7	Onde	135
7.1	Rappresentazione di Fourier	136
7.1.1	Velocità di fase e velocità di gruppo	139
7.2	Onde in regime MHD ideale	141
7.2.1	Onde magnetiche	141
7.2.2	Onde magnetosoniche	144
7.3	Onde fluide in regime non-MHD	145
7.3.1	Frequenze intermedie: $\omega \lesssim \omega_{ce}$	145
7.3.2	Alte frequenze: $\omega \simeq \omega_{pe}$	148
7.4	Onde in regime cinetico: lo smorzamento di Landau	150
	Esercizi e problemi	160
8	Discontinuità	163
8.1	Le condizioni di salto	165
8.1.1	Discontinuità di contatto	167
8.1.2	Discontinuità rotazionali	168
8.2	Onde d'urto MHD	170
8.2.1	Shock perpendicolari	170

8.2.2	Shock paralleli	173
8.2.3	Shock obliqui	173
9	Riconnessione magnetica	179
9.1	Riconnessione guidata	185
9.1.1	Il modello di Sweet e Parker	187
9.1.2	Cenni al modello di Petschek	190
9.2	Riconnessione spontanea	193
9.2.1	Instabilità <i>tearing mode</i>	194
9.2.2	Instabilità di plasmoide dello strato di corrente Sweet-Parker	200
	Esercizi e problemi	203
10	Turbolenza magnetoidrodinamica	205
10.1	Turbolenza idrodinamica omogenea ed isotropa	206
10.2	Turbolenza magnetoidrodinamica	211
10.3	Turbolenza e riscaldamento della corona solare	214
	Esercizi e problemi	219
	Lecture consigliate	221
	Indice analitico	223

Fisica del Plasma

Fondamenti e applicazioni Astrofisiche

Chiuderi, C.; Velli, M.

2012, IX, 224 pagg., Softcover

ISBN: 978-88-470-1847-1