

INTRODUCCIÓN A LA MAGNETOHIDRODINÁMICA

Programa tentativo, primer Cuatrimestre 2008

Reunión para establecer horario de clases el día 14 de marzo a las 10hs en Famaf, lugar a confirmar.

Introducción Consideraciones generales sobre la teoría de plasma Caracterización de la noción de plasma. Longitud de Debye-distancia de apantallamiento. Logaritmo de Coulomb. Movimiento de partículas cargadas en campos electromagnéticos: campo magnético uniforme; deriva $E \times B$ de campos uniformes; movimiento en campos no uniformes; deriva $\text{Grad}(B)$; deriva de curvatura; movimiento en campos suavemente dependientes del tiempo; invariantes adiabáticos.

Plasma como fluido Descripción cinética. Descripción de fluido. Aproximación MHD. Ecuaciones MHD: Ecuaciones de continuidad, cantidad de movimiento y energía. Fuerza de Lorentz. Ecuaciones de Maxwell. Ley de Ohm. Ecuación de inducción. Límite difusivo. Límite de conductividad perfecta. Tubos de flujo magnético y hojas de corriente. Congelamiento del campo a la materia. Parámetros adimensionales: N Reynolds, N Reynolds magnético, N de Mach, N de Mach Alfvén, parámetro de plasma: beta.

Equilibrios magnetohidrostáticos Ecuaciones de la magnetohidrostática. Superficies magnéticas. Variación de la presión con la altura cuando actúa la gravedad y el campo magnético. Equilibrios libres de fuerzas. Equilibrio cuando actúa el gradiente de presión y la fuerza de Lorentz. Equilibrios con simetría cilíndrica. Campos puramente axiales y puramente azimutales. Flujos estacionarios. Aspectos topológicos de la MHD. Helicidad magnética. Teorema de Woltjer.

Ondas MHD Linealización de las ecuaciones y modos fundamentales. Ondas acústicas. Ondas de Alfvén y ondas magnetoacústicas. Ondas de gravedad. Propagación en medios inhomogéneos. Ondas de choque. Choques magnetosónicos rápidos y lentos.

Inestabilidades MHD Modos normales. Inestabilidad de Rayleigh-Taylor con campo magnético. Métodos variacionales. Inestabilidades de intercambio. Inestabilidad de "pinch". Inestabilidades resistivas. Inestabilidad de "tearing". Inestabilidades convectivas. Inestabilidades promovidas por radiación.

Calentamiento y Reconexión magnética Formación de hojas de corriente. Modelo de Sweet-Parker. Modelo de Petschek.

Teoría de dínamo Teorema de Cowling. Generación de campos por efecto dínamo.

Ondas de dínamo.

Turbulencia MHD Turbulencia isótropa y homogénea. Invariantes ideales y distribuciones de equilibrio. Regímenes de decaimiento selectivo y alineamiento dinámico. Espectros de energía. Intermitencia.

Dinámica de la corona solar Introducción. Modelos de calentamiento por ondas. Modelos de calentamiento por disipación Joule de corrientes. Estabilidad térmica de arcos magnéticos. Fulguraciones solares. Componentes lenta y rápida del viento solar. Modelo de Parker. Agujeros coronales y "streamers". Mecanismos de aceleración y calentamiento.

I. BIBLIOGRAFÍA

Biskamp, D. 1993, "Nonlinear magnetohydrodynamics", Cambridge Univ. Press. green ball

Biskamp, D. 2000, "Magnetic reconnection in plasmas", Cambridge Univ. Press.

Chen, F.F. 1974, "Introduction to plasma physics", Plenum Press (NY).

Forbes, T., and Priest, E.R. 1999, "Magnetic reconnection: MHD theory and applications", Cambridge Univ. Press.

Freidberg, J.P. 1987, "Ideal magnetohydrodynamics", Plenum Press (NY).

Goedbloed, H. and Poedts, S. 2004, "Principles of Magnetohydrodynamics", Cambridge Univ. Press.

Melrose, D.B. 1987, "Instabilities in Space and Laboratory Plasmas", Cambridge Univ. Press.

Priest, E.R. 1982, "Solar magnetohydrodynamics", D. Reidel Publ. Co.

Sturrock, P.A. 1994, "Plasma physics", Cambridge Univ. Press.