

Testo consigliato:

TESTO BASE: Vecchia e nuova versione del James Binney, Scott Tremaine, "Galactic Dynamics" Princeton University Press ed altri riferimenti, appunti (vedi moodle e/o chiedere al docente).

## 1 Introduzione

**Aspetti osservativi:** La Via Lattea. Le galassie: proprietà, relazioni e piano fondamentale. Ammassi stellari aperti e globulari. Gruppi ed ammassi di galassie. **Sistemi non collisionali:** il rilassamento a due corpi, applicazioni ai principali sistemi stellari e sistemi di galassie.

## 2 Teoria del potenziale

**Introduzione generale:** potenziale e campo gravitazionale, eq. di Poisson, Laplace e teorema di Gauss in gravitazione, il tensore energia potenziale. **Sistemi sferici:** teoremi di Newton, velocità circolare, velocità di fuga, potenziale di sistemi semplici (punto massa, sfera omogenea, modello di Plummer, modello di Hubble modificato, modello di densità a legge di potenza, e a due leggi di potenza, modello di Navarro, modello di Sersic). **Potenziali per sistemi appiattiti:** modelli di Kuzmin, Miyamoto e Nagai, potenziali logaritmici, eq. di Poisson in sistemi molto appiattiti. **Potenziale della nostra Galassia.**

## 3 Le orbite stellari

**Orbite in potenziali sferici statici:** oscillatore armonico sferico, potenziale Kepleriano ed eq. delle orbite, costanti ed integrali del moto (cenni).

## 4 Equilibrio dei sistemi non collisionali

**Richiami di meccanica dei fluidi:** equazione di continuità, equazione di Eulero, equilibrio idrostatico, equazione di stato barotropica e politropica, eq. delle onde e velocità del suono, gas ideale (gas isoterma, gas adiabatico, gas politropico). **L'equazione di Boltzmann non collisionale:** concetto di funzione di distribuzione nello spazio delle fasi (DF), derivazione dell'eq. di Boltzmann non collisionale, vantaggi e limitazioni, legame con quantità osservative, concetto di "coarse grained" DF. **Il teorema di Jeans e i sistemi sferici:** teorema di Jeans, applicazioni a sistemi con tensore di dispersione isotropo (modelli politropici e di Plummer, eq. di Lane-Emden, modello di sfera isoterma singolare e no, modelli di King). Cenni a sistemi più complessi. Metodo per ricavare la DF data la densità. **L'equazione di Jeans e l'equilibrio locale:** equazione di Jeans, equazione in coordinate sferiche e caso di sistema sferico semplice (stazionario, non rotante, con moti medi=0), l'anisotropia di velocità, massa del sistema dall'eq. di Jeans, legame con le quantità osservabili (metodi di deproiezione), problemi pratici e teorici nella risoluzione dell'eq. di Jeans. **Il teorema del viriale e l'equilibrio globale:** teorema del viriale tensoriale e scalare, massa viriale del sistema, teorema del viriale generalizzato, applicazione: la rotazione delle galassie ellittiche. **Dinamica interna degli ammassi di galassie:** la definizione dei membri, il " $\beta$  problem", il rapporto M/L e conseguenze sulla stima della massa, correzione di pressione superficiale, orbite delle galassie e anisotropia di velocità. **La scelta della particolare situazione di equilibrio:** il principio di massima entropia, il mescolamento delle fasi, il rilassamento violento e l'equipartizione di velocità, l'"infall" del gas.

## 5 Stabilità dei sistemi non collisionali

**L'instabilità di Jeans:** il "trucco" di Jeans, l'instabilità di Jeans per i fluidi, l'instabilità di Jeans per i sistemi stellari omogenei ed infiniti. Sistemi finiti e non omogenei.

## 6 Collisioni ed incontri fra sistemi stellari/ammassi di galassie

**Tempi caratteristici:** es., tempi dinamico, tempo di crossing, tempo di rilassamento. **La frizione dinamica:** formula di Chandrasekhar ed applicazioni, l'equipartizione di energia e la segregazione di massa. **L'approssimazione impulsiva:** ritorno all'equilibrio e perdita di massa, approssimazione mareale, incontri penetranti, applicazioni. **Raggio mareale. Fusioni fra galassie:** criterio per il merging, struttura del nuovo sistema. **Processi di interazione galassia-gas d'ammasso. Origine delle gals cD e lenticolari/S0 (cenni). Collisioni fra ammassi di galassie:** morfologia, sottostrutture, metodi di analisi in ottico e in X, cinematica del merger: modello bimodale e stima parametri della collisione, fisica termica del merger (cenni): Mach number e onde d'urto e cold fronts, emissioni radio diffuse ed estese (radio aloni e relitti) e connessione con i fenomeni di merger.