

# Incontriamo la Fisica: la Gravitazione

Stefano Spagocci, GACB

# La Gravitazione

- La teoria della gravitazione studia il moto dei corpi massivi sotto l'effetto della mutua attrazione.
- Qui esamineremo brevemente la gravitazione classica, quella relativistica e quella quantistica.

# Aristotele e Tolomeo

- Per Aristotele i corpi celesti sono incastonati su sfere rotanti.
- Per Tolomeo i pianeti ruotano in circoli (epicicli), che a loro volta orbitano su circoli (deferenti).

# Prima di Newton

- Per il mondo antico e medievale, ogni corpo ha un luogo naturale e tende a quel luogo.
- Non ha quindi senso porsi il problema di una teoria della gravitazione.

# Copernico

- Per primo, nell'era moderna, ipotizza che il sole sia al centro dell'universo ed i pianeti gli ruotino attorno.
- Tuttavia rimane legato al pregiudizio di orbite circolari e dei luoghi naturali per i corpi celesti.

# Brahe

- Ultimo grande astronomo non telescopico, fa costruire il grande osservatorio di Uraniborg (Svezia).
- Compie osservazioni molto precise del moto di Marte, utilizzate poi dal suo assistente Keplero.

# Le Leggi di Keplero

- I pianeti percorrono orbite ellittiche, di cui il sole rappresenta uno dei fuochi.
- Il raggio che congiunge sole a pianeta percorre aree uguali in tempi uguali.
- I cubi dei semiassi maggiori delle orbite dei pianeti sono proporzionali ai quadrati dei periodi di rotazione.

# Galilei

- Non fornisce una teoria della gravitazione, ma si rende conto che i corpi terrestri accelerano per una forza.
- A partire da tale forza, studia il moto dei gravi terrestri (pendolo, piano inclinato).



# Newton

- Per primo si rende conto che la stessa forza muove corpi celesti e terrestri (secondo la leggenda, dalla caduta di una mela).
- Ipotizza che la forza gravitazionale sia proporzionale al prodotto delle masse ed inversamente proporzionale al quadrato della distanza.

# Newton

- Per Newton un corpo avente massa genera un campo gravitazionale.
- Un altro corpo sente il campo e subisce l'attrazione gravitazionale, determinandosi così il suo moto.

# Newton

- Data la forza gravitazionale, il moto di un corpo è dato da un'equazione differenziale.
- Risolvendo l'equazione differenziale relativa, Newton dimostra le leggi di Keplero.

# Il Campo Gravitazionale

- Ma cosa è un campo gravitazionale?  
Newton non azzarda ipotesi.
- Noi oggi sappiamo che esiste un oggetto, detto "campo", che media le interazioni gravitazionali.

# La Meccanica Celeste

- A partire dal '700, le equazioni di Newton sono risolte per molti casi complicati.
- Nasce così la meccanica celeste, che si sviluppa impetuosamente e permette l'avvento dell'astronautica.

# Einstein

- Einstein riflette sull'esistenza dell'etere, sostanza imponderabile che dovrebbe fare da supporto al campo.
- L'etere non ha alcuna base sperimentale: è lo spazio stesso ad essere deformabile.

# La Relatività Generale

- Secondo Einstein, lo spazio-tempo quadridimensionale è come un telo di gomma curvo in una quinta dimensione.
- Una massa deforma lo spazio ed un'altra massa cade nella buca così generata (per esempio nei buchi neri).

# La Relatività Generale

- Mito da sfatare: anche la gravità newtoniana e l'ottica possono essere fatte derivare dalla deformazione dello spazio.
- Il telo deformato è una possibile immagine: un'altra immagine è un modo di misurare le distanze che varia da punto a punto.



# Le Onde Gravitazionali

- Se il campo gravitazionale è una deformazione dello spazio-tempo, tale deformazione può viaggiare.
- Hanno così origine le onde gravitazionali, da tempo cercate ma non ancora scoperte.

# La Teoria dei Campi

- In meccanica quantistica, ogni forza deriva dallo scambio di quanti di un campo.
- Ciò avviene analogamente alla forza che si esercita tra due giocatori che si passano una palla.

# La Gravità Quantistica

- La gravità genera un campo, i cui quanti sono i gravitoni, di cui sono composte le onde gravitazionali.
- Tuttavia i calcoli danno probabilità infinite per determinate reazioni, e non si riesce a risolvere il problema.

# Conclusioni

- La gravità classica è una delle teorie scientifiche di maggior successo, ancora in sviluppo.
- La gravità quantistica è piena di difficoltà, che non si sa come risolvere (forse con le stringhe?).