

# Causalità e teleologia in fisica classica

Prof. Giovanni Falcone  
Liceo scientifico Scalea  
23-05-2009

# La fisica come paradigma delle scienze

- La **conoscenza scientifica classica** è quella forma di conoscenza che si è formata tra il XV e XVII secolo attraverso il lavoro di **Tycho Brahe, Keplero, Galileo, e Newton** (solo per citare alcuni nomi).
- Essa si identificò con la scienza fisica ed è da molti considerata “la sola conoscenza scientifica”

# Claudio Tolomeo (III secolo d.C)

- Aveva spiegato il moto dei pianeti nel modo che era **più semplice** per la sua epoca:
- **usare riga e compasso per determinare le posizioni dei pianeti**
- La Scolastica aveva trasformato la visione astronomica in una concezione del mondo che presumevano scaturisse dalle Sacre Scritture.

# Alcuni protagonisti

- Tycho Brahe: **La presa dati** e la costruzione del primo centro astronomico
- Keplero: **L'analisi dei dati**
- Galileo: il poliedrico inventore degli **esperimenti ideali**

# La meccanica newtoniana

- Nel 1687 Newton pubblicava i “Principia”.
- Egli stabiliva la relazione le **cause** del movimento (forze) e gli **effetti** che queste producevano (accelerazioni) :
- **$F = Ma$**
- Altro contributo alla conoscenza umana fu l’aveva introdotto la **legge di gravitazione universale**:
- Tra i corpi si esercita una forza proporzionale a  $1/r^2$

# La fine del geocentrismo

- La legge del moto e la legge di gravitazione universale portavano a che:
- un osservatore posto nel **centro di gravità**, tra la Terra e il Sole, avrebbe visto compiere sia alla Terra che al Sole, un'orbita ellittica di cui il centro di gravità occupava uno dei fuochi.
- Ma il centro di gravità tra la Terra e il Sole coincide praticamente con il **centro del Sole**.
- Di conseguenza, il sistema eliocentrico era il luogo dal quale la descrizione delle orbite dei pianeti si presentavano nella **forma più semplice**.

# I fondamenti della conoscenza scientifica classica

- La matematica assicurerà la certezza del metodo ipotetico-deduttivo
- Sul piano tecnico la sua realizzazione fu possibile perché Newton (1642-1727), insieme a Leibniz (1646-1716), compresero che il problema delle tangenti e quello del calcolo delle aree erano collegati.
- Il confronto con i dati sperimentali confermerà le ipotesi e il metodo

# I pilastri concettuali: causalità e spazio euclideo

- Causa - effetto (forza - accelerazione): la relazione sembrava quella corretta
- La legge di gravitazione universale mostrava il carattere **euclideo** dello spazio: **la distanza spaziale** tra due punti è l'invariante che caratterizza uno spazio che possiede una geometria euclidea.

# Crisi della causalità e dello spazio-tempo

- La legge di gravitazione universale non può essere causale (**interazione istantanea**).
- Solo l'azione per contatto (**azione locale**) può essere causale
- XIX secolo: La geometria euclidea era solo una delle possibili geometrie che potevano risiedere nello spazio reale (Gauss, Riemann, Lobachevskij e Bolyai ).

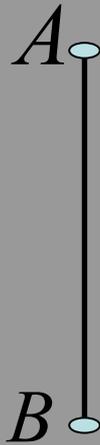
# Bisognerà aspettare

- Una teoria di campo (elettromagnetismo)
- Distinto lo spazio dalla sua geometria trasformare la geometria in scienza delle trasformazioni (F. Klein, Lie, Poincaré)
- Scrivere le leggi derivandoli da principi generali (Einstein)
- Collegare i principi alle proprietà di simmetria della spazio e del tempo e le simmetrie alle leggi di conservazione (Emmy Noether)

# Gli aspetti teleologici

- Aristotele li analizzò per primo in dettaglio
- Nel migliore dei mondi possibili, le leggi che il Creatore ha scelto, non possono che essere quelle più semplici.
- I corpi si muovono secondo una finalità precisa: la più “economica”

# Corpo che cade liberamente in presenza di gravità



Il corpo cade lungo una **traiettoria rettilinea**

La traiettoria rettilinea è la curva **più corta** che congiunge due punti

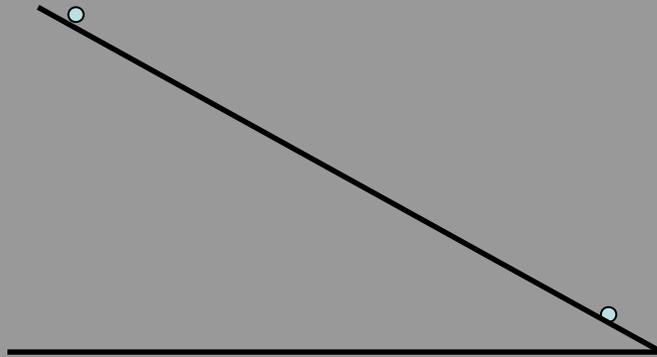
La traiettoria rettilinea è la curva lungo la quale due punti sono connessi nel **tempo più breve**

Andare da A a B non in verticale

*A*

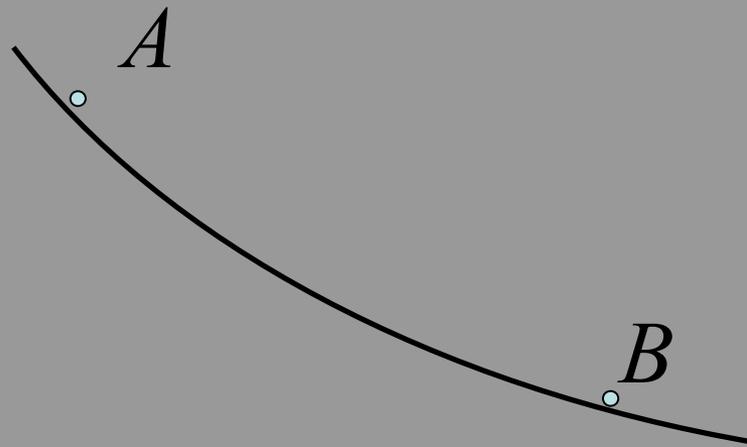
*B*

# Si può usare un piano inclinato



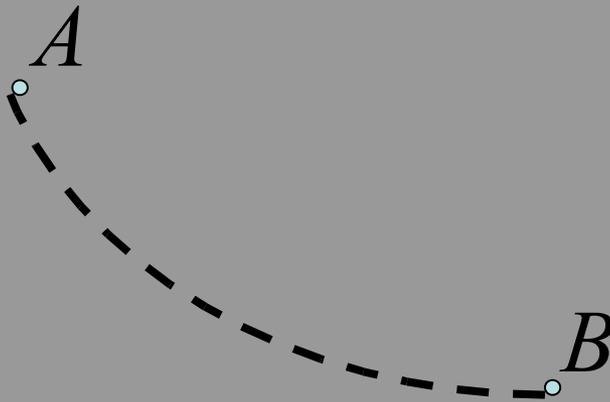
Parliamo di **vincolo**

# Si può usare una guida



Parliamo di **vincolo**

# Scegliere la curva lungo la quale si impiega il “minor tempo”



La cicloide

Parliamo di **vincolo**. Ma questo è di altra natura

Le equazioni del moto si possono derivare imponendo **vincoli “globali”**, la cui **iniziale natura è teleologica**

# I primi protagonisti

- **Fermat** (1601-1665): **1657**- le leggi della rifrazione si trovano imponendo che la luce impieghi il minor tempo per percorrere un tratto tra due punti
- **Maupertuis**- (1698-1759):**1740**- in ogni campo della fisica vi sarà un principio di minima azione. **Eulero** (1707-1783) darà la prova ed aprirà la strada ai Lagrange, Jacobi, Hamilton,...

# Conclusioni

- L'impostazione newtoniana aprì la strada alla conoscenza scientifica
- Tutto la sua impostazione dovette essere modificata
- La formalizzazione fondata sulle cause finali, opportunamente formalizzata, costituisce la base delle formulazioni fisiche moderne