



Rappresentare le onde gravitazionali

Attività dimostrative





Planetario di Torino,
Museo dell'Astronomia e dello Spazio

Perché parlare di Relatività in un museo?

- **Affascinante**
- L'Universo (mondo macroscopico) è descritto dalla Relatività Generale
- È **sempre attuale**
- Sottolinea il ruolo fondamentale del **metodo scientifico**



Planetario di Torino,
Museo dell'Astronomia e dello Spazio



"Penso che la prima cosa che cerco di fare come insegnante è portare i miei ragazzi a capire un fenomeno o uno strumento chiaramente, cose come il brillio di una stella o un campanello elettrico, che riescano a realizzare che capire, come mangiare o fare canestro, è soddisfacente e divertente. Se riesco a fargli capire che il comprendere è divertente, credo che allo studente venga voglia di capire tante altre cose, cioè che diventi curioso".

Frank Oppenheimer
Teaching and learning
Discorso, 1957



Planetario di Torino,
Museo dell'Astronomia e dello Spazio

La maggior parte di noi adulti non sa rispondere alle più semplici delle domande scientifiche, o su come le cose funzionano, mentre da bambini sperimentiamo continuamente mentre giochiamo.

I bambini imparano una quantità enorme di cose in pochissimi anni, incluso, miracolosamente, il linguaggio.

Ma generalmente questo apprendimento rallenta e quasi si ferma durante l'adolescenza, quando in molte persone scompare la curiosità. Perché questo accade è misterioso, e ovviamente non è uguale per tutti.

Questo è il punto essenziale dell'approccio interattivo hands-on [...]: continuare l'esplorazione infantile del mondo e di noi stessi anche nella vita adulta, così che l'avventura della scoperta non termini mai."

Richard Gregory



Planetario di Torino,
Museo dell'Astronomia e dello Spazio



- 4 piani espositivi
- Postazioni multimediali
- Exhibit
- Mostre
- Laboratori
- Planetario digitale

Piano -2

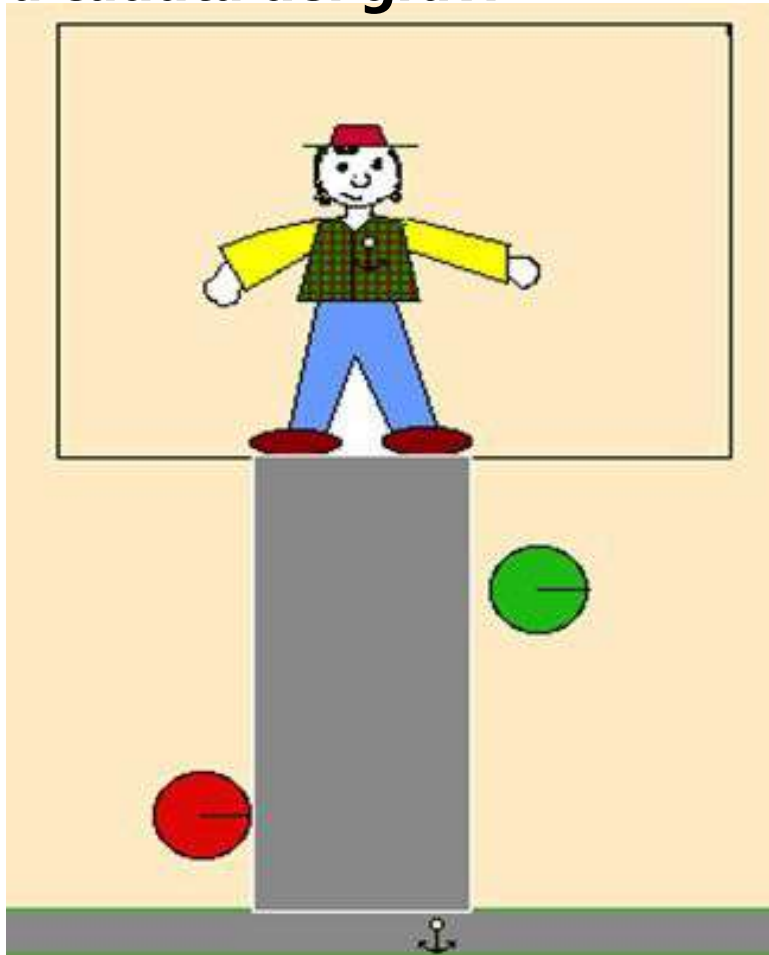
Quali forze governano l'Universo?



Planetario di Torino,
Museo dell'Astronomia e dello Spazio

*Piccole domande che aprono grandi prospettive e profonde risposte.
[Vincenzo Barone]*

Storia della caduta dei gravi



Se lascio cadere due
oggetti di peso differente
cosa vi aspettate che
succeda?

https://www.youtube.com/watch?v=_mCC-68LyZM

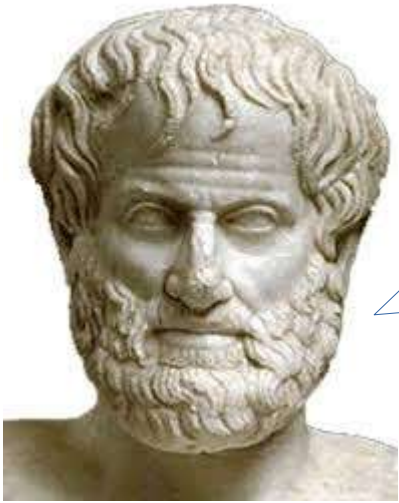
La palla rossa (più pesante)
arriverà al suolo per prima.



Gli oggetti cadono con
velocità costante

Sulle due palle agisce la
stessa forza di gravità

Aristotele



La palla rossa (più pesante)
arriverà al suolo per prima.

Velocità di caduta proporzionale al peso

Nota: non del tutto sbagliato, per corpi in un mezzo (es. aria) la velocità terminale dipende dal peso.

Osserva che la velocità aumenta. Non c'è però descrizione quantitativa.



Planetario di Torino,
Museo dell'Astronomia e dello Spazio

Lucrezio

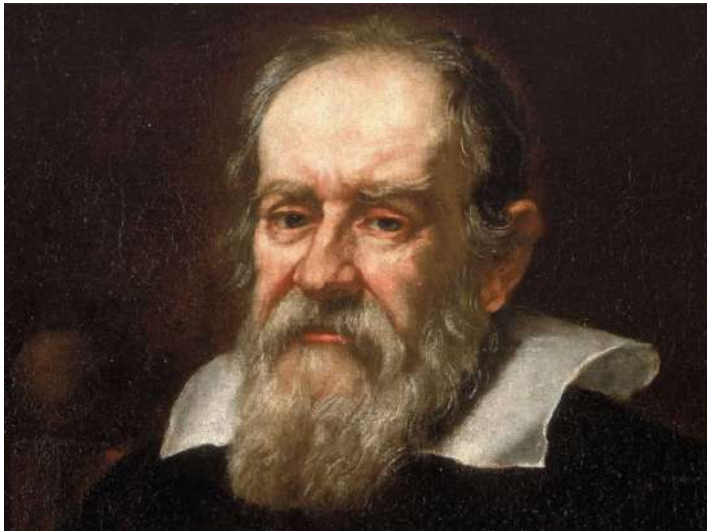


Intuisce che nel vuoto tutte le cose
devono muoversi in uguale modo.
[...]quatunque siano di pesi non eguali.
[De rerum naturae]



Planetario di Torino,
Museo dell'Astronomia e dello Spazio

Galileo Galilei – Dialogo sui massimi sistemi

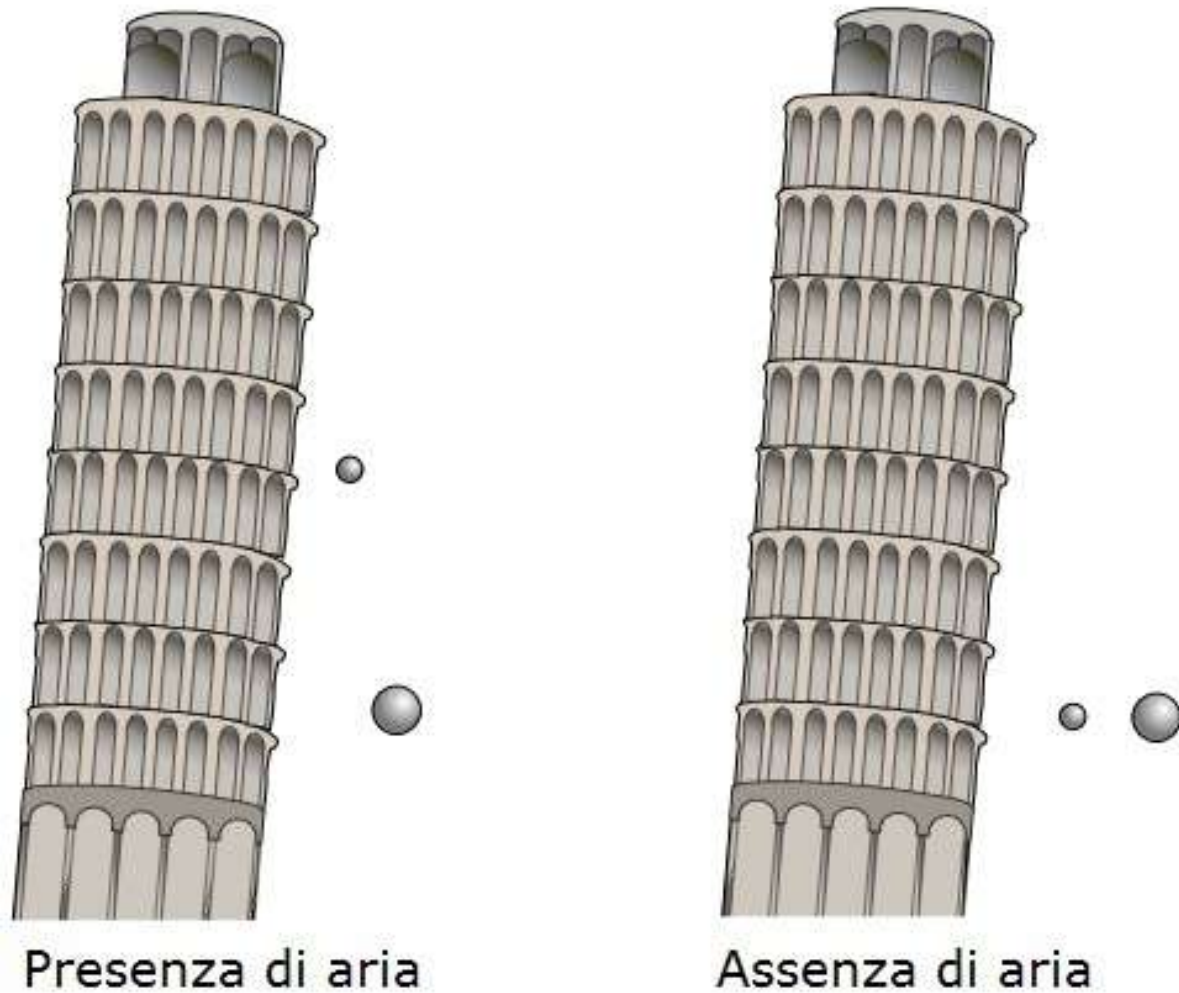


Principio di inerzia

Un corpo non sottoposto a forze si muove di moto rettilineo uniforme

Principio di relatività

Le leggi della fisica sono le stesse in ogni sistema di riferimento che si muova di moto rettilineo uniforme



Tutti i corpi cadono sulla superficie terrestre con la stessa accelerazione g (se si trascura la resistenza dell'aria) indipendentemente dal loro peso.



Planetario di Torino,
Museo dell'Astronomia e dello Spazio

Esperimento di pensiero



Assumiamo che i corpi più pesanti cadano più rapidamente.



Supponiamo di avere due oggetti uno più leggero e uno più pesante legati da un filo.

- L'oggetto più leggero che cade più lentamente frena l'oggetto più pesante. L'oggetto più leggero fa sì che tutto il sistema cada più lentamente di come cadrebbe l'oggetto pesante.
- Se considero l'intero sistema, esso è più pesante dell'oggetto pesante. Allora tutto il sistema cade più rapidamente di come cadrebbe l'oggetto pesante.

CONTRADDIZIONE

L'assunzione che oggetti più pesanti cadano più rapidamente è falsa!

LA LOGICA DIVENTA UNA GUIDA - COERENZA



Planetario di Torino,
Museo dell'Astronomia e dello Spazio

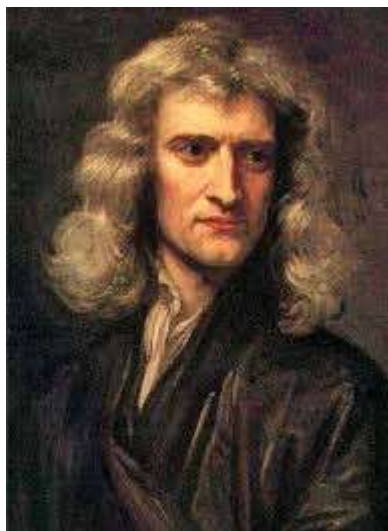


Apparato sperimentale

Un piccolo esperimento

Verifica del principio di equivalenza

Newton

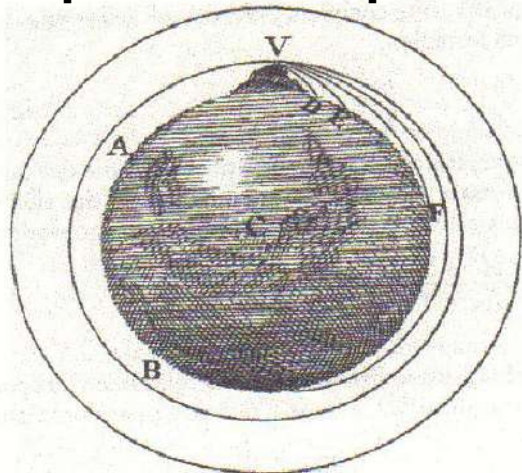


La Luna orbita intorno alla Terra per la stessa ragione per cui la mela cade sulla Terra.



Forza di gravità

Esperimento di pensiero



Lancio una palla di cannone sempre più lontano fino a quando la traiettoria si chiuderà intorno alla Terra.

[*Principia*]

La palla entra in orbita intorno alla Terra e orbita proprio grazie alla forza di attrazione che si esercita anche sulla mela.

massa inerziale e massa gravitazionale proporzionali.



Planetario di Torino,
Museo dell'Astronomia e dello Spazio

Quanto Pesa?



Il lancio del Peso

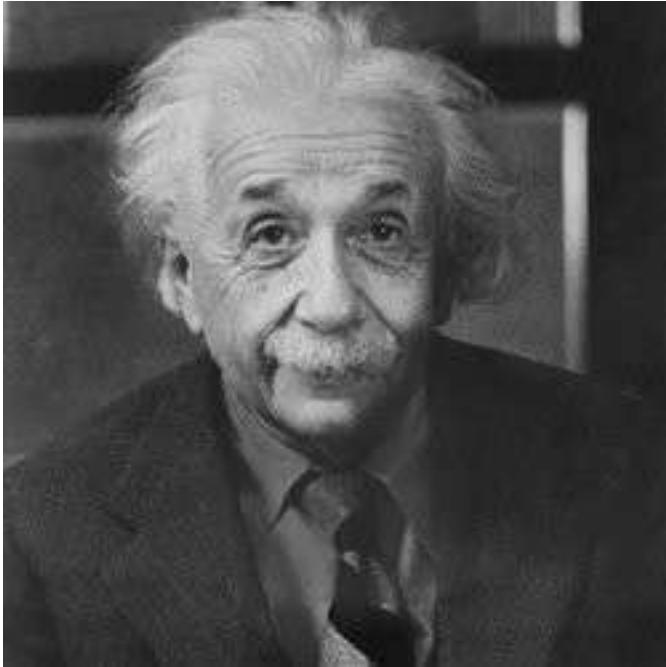


Planetario di Torino,
Museo dell'Astronomia e dello Spazio



SALTO SULLA LUNA

Einstein



"L'intuizione più felice della mia vita"

Che motivo c'è che due cose così diverse come gravità e inerzia risultino così strettamente imparentate?

Che cosa significa questo "fatto sorprendente, semplice e importante"? Perché succede?

Se tutti i corpi cadono allo stesso modo, si può pensare che la gravità non sia una proprietà dei corpi, ma dello spazio in cui si trovano.

Geometrizzazione della gravità

PRINCIPIO DI EQUIVALENZA

In caduta libera si sperimenta l'assenza di gravità.

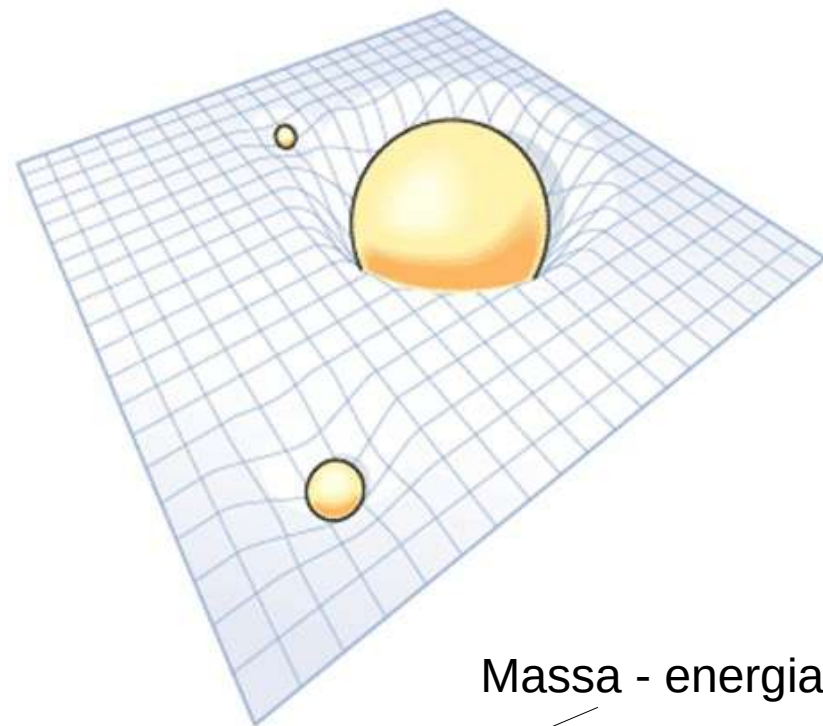
La gravità è un effetto dell'accelerazione di un sistema di riferimento.

-Un rif. in caduta libera in un campo gravitazionale equivale a tutti gli effetti fisici a un RI in assenza di gravità.

E simmetricamente:

- Un rif. in moto traslatorio accelerato equivale a tutti gli effetti fisici a un rif. fermo in un campo gravitazionale.

Le masse incurvano la superficie e
l'equazione di Einstein descrive come la
massa influenza la curvatura del tappeto.



curvatura

Massa - energia





Planetario di Torino,
Museo dell'Astronomia e dello Spazio

Imbuto gravitazionale



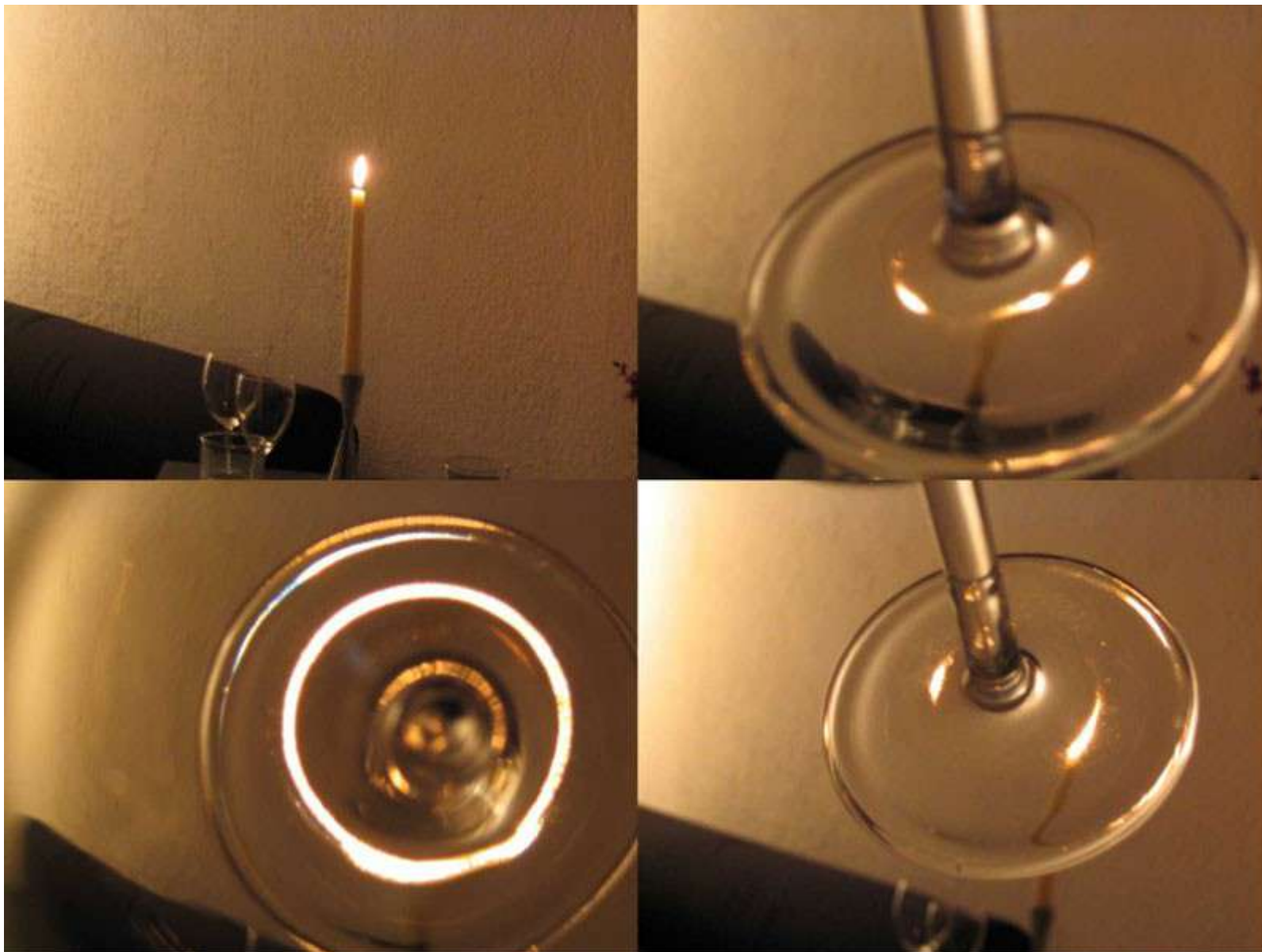
Miraggi cosmici Le Lenti gravitazionali

Anche la luce viene deviata dal campo gravitazionale





Planetario di Torino,
Museo dell'Astronomia e dello Spazio





"NeST, The NETwork of Space-Time interlacements"

un Progetto di P. Anziché e M. Crosta nell'ambito della divulgazione per la missione scientifica Gaia dell'ESA, contratto ASI