

Qualche Riflessione sul Tempo

Alessandro Mancuso: anni 66, ex laureato in fisica.

- Il Concetto
- Variabili & Coordinate
- La freccia del tempo & determinismo
- Irreversibilità & Entropia
- Tempo & Relatività Speciale
- Spazio & Relatività Generale
- Spazio, Tempo & Gravità Quantizzata
- Conclusioni ?

Alcuni tipi di Tempo – il Linguaggio ed i Concetti *

Nozione di Tempo	Proprietà	Esempio	Forma
Tempo - Linguaggio	memoria	cervello	?
Tempo come presente	presente	biologia	R – flusso del tempo
Tempo Termodinamica	direzione	termodinamica	A – linea unidirezionale
Tempo Newtoniano	assoluto	Meccanica Classica	M – linea bidirezionale
Relatività Speciale	locale	Relatività Speciale	M3-bidirezionale
Tempo Cosmologico	Globale	Tempo Cosmologico	m
Tempo Proprio	Temp. Globale	World line	m^∞
Tempo dell' orologio	metrico	Orologi Relatività	c
Tempo Parametrico	unidimensionale	Coordinate Tempo	L^∞
NESSUN TEMPO	Nessuno	Gravità Quantizzata	Nessuna

* Carlo Rovelli – Quantum Gravity

Tempo & Spazio – Qualche citazione

➤ ? 3500 – 1000 a.c - *RG-VEDA Taittiriya Brahmana TB II,2,9,1-2*

Al principio è certo, nulla esisteva, nè il cielo nè la terra nè lo spazio tra i due.

Allora il non essere, avendo deciso di essere, divenne spirito e disse “Possa io essere”

Riscaldò se stesso e da esso nacque il fuoco. Si scaldò di più e da questo nacque la luce.

➤ *VI Secolo a.c. - Lao Tzu Tao Te Ching:*

All' inizio c'era qualcosa di indifferenziato eppur completo

Prima che cielo e terra fossero generati, Silenzioso, vuoto!

Sufficiente a se stesso! Immutabile. Ruota incessantemente! Instancabile.

Si può ben considerare la madre di tutte le cose sotto il cielo.

Io non conosco il suo nome, Tao è il titolo onorifico che gli demmo.

➤ *427 a.c - Platone (Timeo, 37D) :* “Dunque il tempo fu prodotto insieme

con il cielo, affinché, così come erano nati insieme,

si dissolvessero anche insieme, se mai dovesse avvenire

una loro dissoluzione. E fu prodotto in base al modello

della realtà eterna in modo che gli fosse al più alto

grado simile nella misura del possibile”

➤ *384 a.c - ARISTOTELE (Fisica, IV, 11, 219b b, 2)*

E come il movimento è di volta

in volta sempre diverso, così anche il tempo [..]

(Il tempo, è moto che ammette una numerazione)

➤ *XVII sec. - NEWTON (Ph. Nat. Principia Mathematica)* Il tempo assoluto, vero, matematico, in sé

e per sua natura senza relazione ad alcunché di esterno..; quello relativo, apparente e volgare, è una

misura (esatta o inesatta) sensibile ed esterna della durata per mezzo del moto...



*Liu Tien Chun
Deità del tempo
Panteon Taoista
Sichuan-343 d.c.*

Evoluzione del concetto di Tempo

100.000 a.c. ? – 1900 d.c.
Tempo Assoluto



1900 - 1960
Tempi Locali
(Relatività
Speciale)



Oggi
Gravità
Quantistica
???



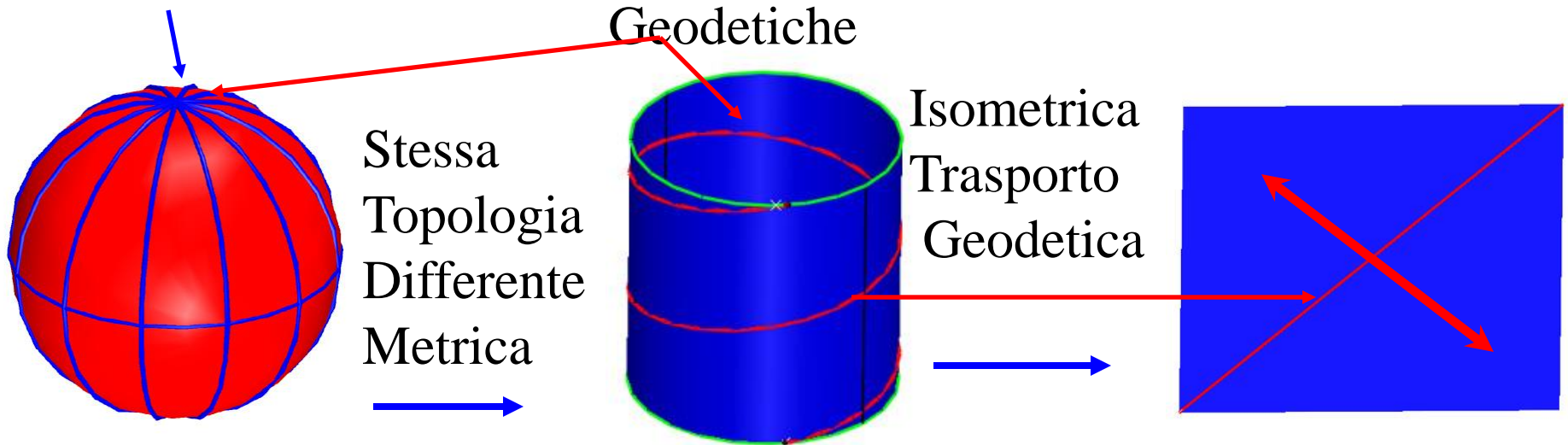
Ma come si misura il tempo

- Il tempo non si misura tramite una unità campione di tempo
- E questo ci deve mettere in allerta
- Il tempo lo misuriamo tramite la modifica di stati
- Se gli stati non cambiano il tempo non è più una buona coordinata
- Ed anche questo ci deve mettere in allerta

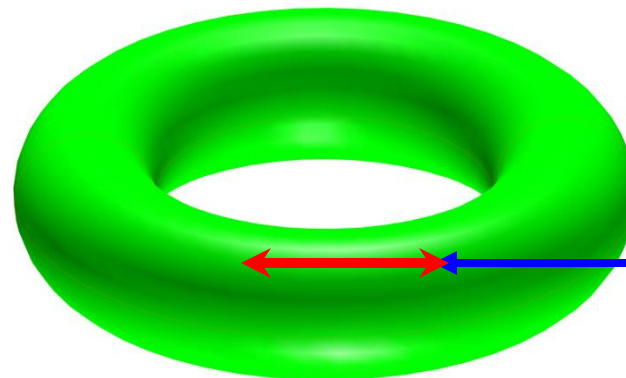
Come ci si muove nello Spazio

Topologia : la Struttura della forma

Metrica : Misura della forma

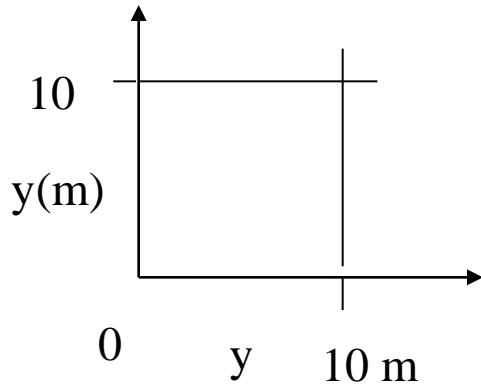


I sistemi di coordinate ci fanno muovere negli spazi

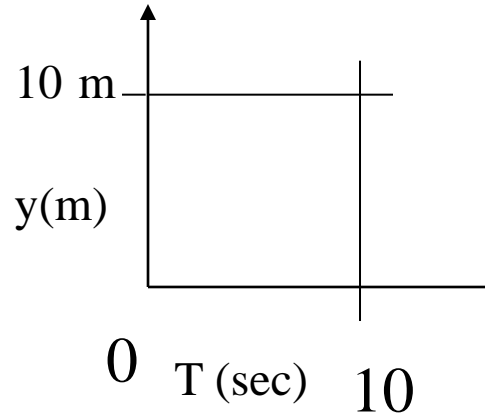


$$\begin{aligned} X &= \text{Cos } \phi \text{ Sinh}(u) / (\text{Cosh}(u) - \text{Cos}(v)) \\ Y &= \text{Sin } \phi \text{ Sinh}(u) / (\text{Cosh}(u) - \text{Cos}(v)) \\ Z &= \text{Sin } v / (\text{Cosh}(u) - \text{Cos}(v)) \end{aligned}$$

E nel Tempo ?



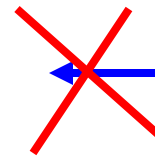
y costante la
coordinata è
buona:
 $x * y = 100\text{ m}^2$



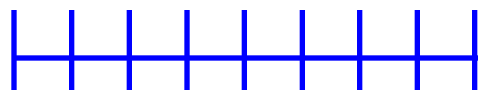
y costante la
coordinata t
indica solo non
variazione di
lunghezza



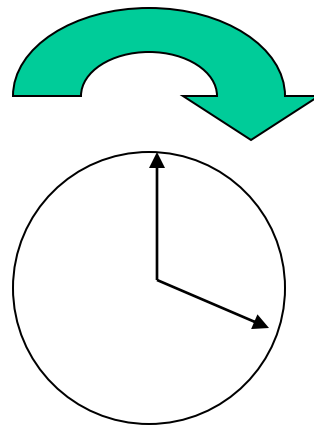
Possibile



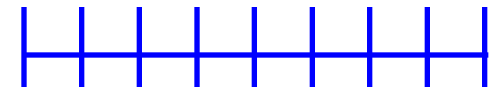
Possibile



Metro



m



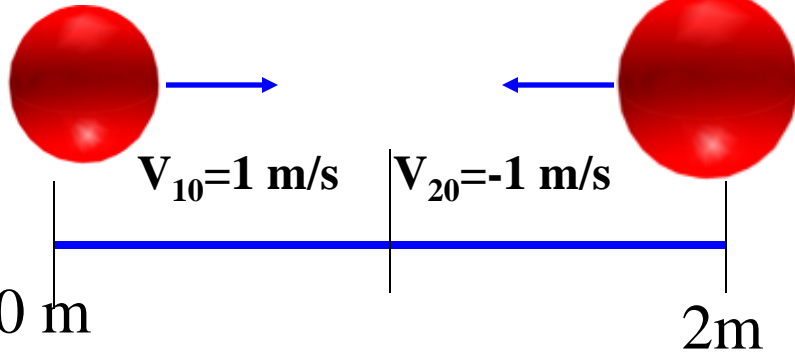
Metro

Nella dinamica classica il tempo è una coordinata

Urto Elastico ;Puntiformi

$M1 = 0.2 \text{ kg}$

$M2 = 0.3 \text{ kg}$



$$V1d = -1.4 \text{ m/s}$$

$$V2d = 0.6 \text{ m/s}$$

$$X1(0s) = 0 \text{ m}$$

$$X2(0s) = 2 \text{ m}$$

$$X1(1s) = x1(0s) + v1p \text{ m/s} * 1s = 1 \text{ m}$$

$$X2(1s) = x2(0s) + v1p \text{ m/s} * -1s = 1 \text{ m}$$

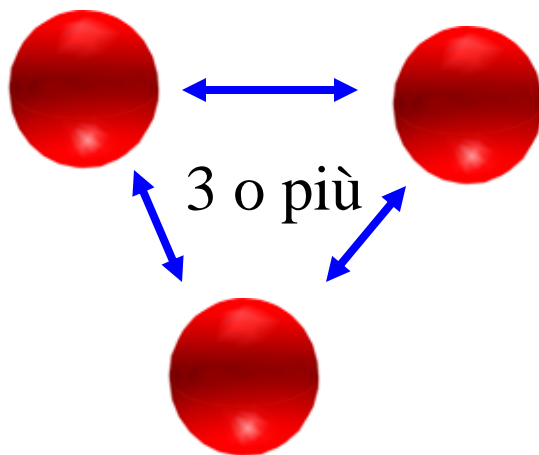
$$X1(11s) = x1(1s) + v1d * 10s = -13 \text{ m}$$

$$X2(11s) = x2(1s) + v2d * 10s = 7 \text{ m}$$

$$X1(-10s) = 0 \text{ m} + -10 \text{ m}$$

$$X2(-10s) = 2 \text{ m} + 10 \text{ m}$$

Sistema
integrabile la
variabile
 t è invertibile

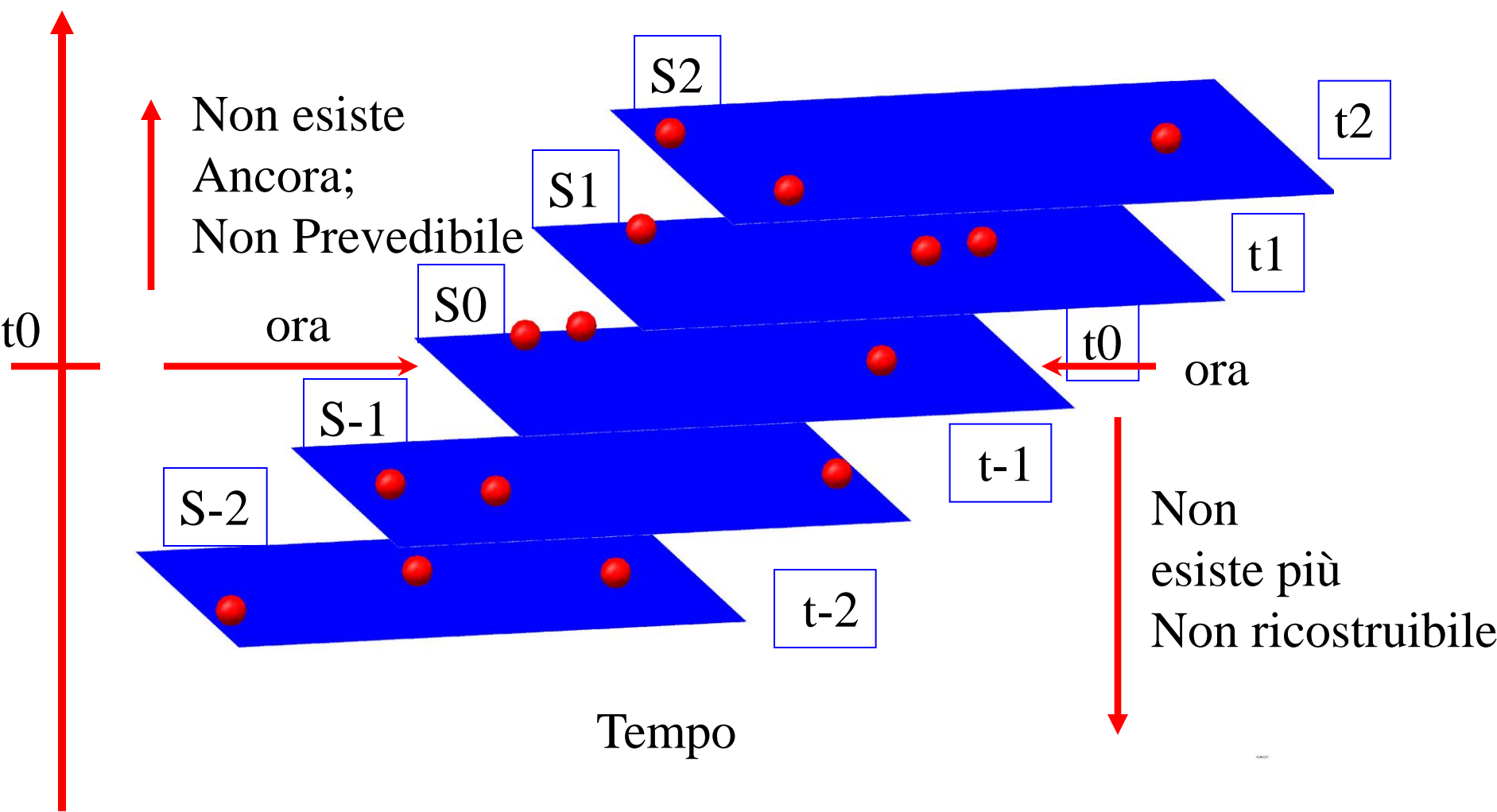


?

Sistema ergodico le traiettorie
riempiono lo spazio. Conosciute
Posizione & Velocità
Al tempo t non possiamo
determinare quale fosse lo stato
al tempo $t-1$

Sistema
non
integrabile
 t non è
invertibile

Tempo : numerazione crescente di stati



Sistemi Integrabili – Reversibilità - Determinismo

Sistemi integrabili sono schematizzando quelli armonici, ma Poincarè e KAM : è più che chiaro che è una schematizzazione innaturale

Reversibilità del Tempo

Prevedibilità del Futuro

Se il sistema universo fosse integrabile

Determinismo

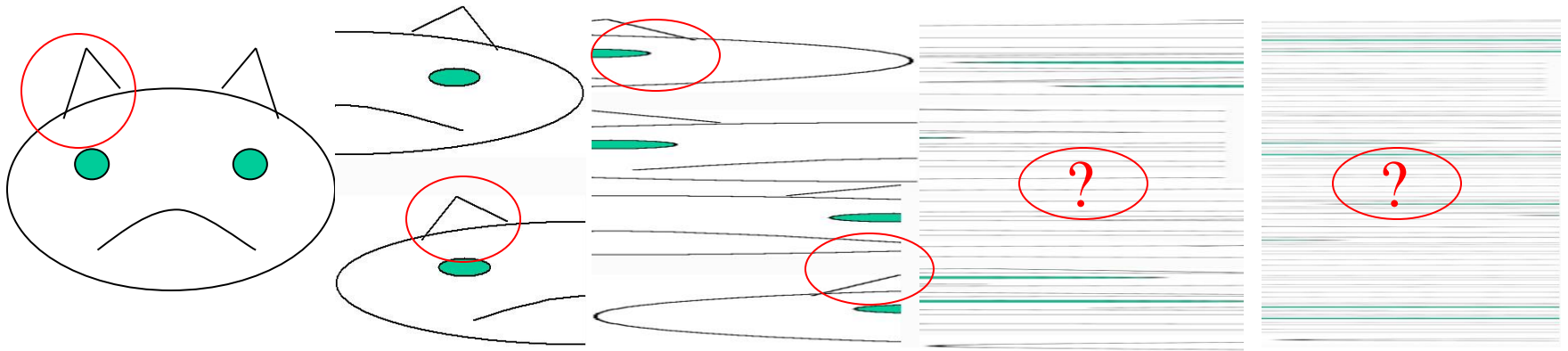
Ogni pensiero sarebbe predeterminato fin dall' inizio /da sempre

Esistenza della libertà

h tagliato ci ha reso liberi

Ancora sui sistemi non integrabili

L'instabilità esponenziale – la trasformazione del fornaio ed il povero gatto



Preso un pezzetto di gatto dopo poche trasformazioni simmetriche questo è distribuito nello spazio. Impastando, stendendo e piegando la pasta 60 volte (1 in 5 sec) avremmo il gatto spezzettato in $N_{\text{gatto}} = 2^{60} \sim 1$ miliardo di miliardi di pezzi.

Per ricostruirlo dopo alcuni passaggi occorrono un numero di informazioni rapidamente divergenti $\rightarrow \infty$.

Ma è solo questione di limitatezza dei dati come pensava Boltzmann ?

Principio di Indeterminazione di Heisenberg

In una sintetica formulazione della legge di causalità:

Se noi conosciamo esattamente il presente, noi possiamo calcolare

Esattamente il futuro “*non è la conclusione che è sbagliata,*

ma la premessa” —

Heisenberg, articolo sul Principio di indeterminazione – 1927.

$$\Delta p \Delta q \geq h / 4\pi$$

$$\Delta E \Delta t \geq h / 4\pi$$

Una stima Sbagliata
dell' unità di tempo

$$\Delta t \geq h / (4\pi \Delta E)$$

$$N_{\text{gal}} = 10^{12}$$

$$N_{\text{StGal}} = 10^{12}$$

$$M_{\text{sole}} = 2 \cdot 10^{33} \text{ g}$$

$$h = 6.62 \cdot 10^{-27} \text{ Erg sec}$$

$$l_{\text{Planck}} = \sqrt{\frac{hG}{c^3}}$$

$$= 1.6 \cdot 10^{-33} \text{ cm}$$

$$\Delta t = l_{\text{Planck}} / c = 5.33 \cdot 10^{-44} \text{ sec}$$

$$\Delta E = \Delta M c^2 = N_{\text{Gal}} N_{\text{StGal}} M_{\text{Sole}} c^2 = 1.8 \cdot 10^{78} \text{ g} \rightarrow \Delta t = 3.68 \cdot 10^{-105} \text{ sec}$$

Non esistono oggetti assoluti ma solo in relazione
ad una misura.... perturbativa

Secondo Principio della Termodinamica - Entropia

(Forma Clausius) – E' impossibile una trasformazione il cui unico risultato sia far passare calore da un corpo a temperatura più bassa ad uno a temperatura più alta. (Cinetica)

Entropia

$$S(a) = \int_0^a \frac{dQ}{T}$$

Sistemi
Reversibili

$$\oint \frac{dQ}{T} = 0$$

$$\int_a^b \frac{dQ}{T} = \int_b^a \frac{dQ}{T}$$

$$S(a) = S(b) = \text{cost}$$

$$t_b > t_a$$

Sistemi
Irreversibili
(reali)

$$\oint \frac{dQ}{T} \leq 0$$

$$\int_a^b \frac{dQ}{T} < \int_b^a \frac{dQ}{T}$$

$$S(b) > S(a)$$

Se l' universo fosse un sistema termodinamico chiuso

La entropia potrebbe numerare il tempo

Universo condannato alla morte termica

Un poco di scienza ancora da fare:

Entropia - instabilità / Entropia – Gravità / Quantizzazione

Gravità - Informazione

Termodinamica dei sistemi instabili + Gravità



Sviluppo di Strutture Ordinate
Gallassie & Cristalli
& Strutture Organiche

Sombrero 65 10^6 anni luce



NGC1300 60 10^6 anni luce



Relazioni tra tipi di energia ed Entropia

FORMA DI ENERGIA	ENTROPIA PER UNITÀ DI ENERGIA (eV ⁻¹)
GRAVITAZIONE	0
ENERGIA DI ROTAZIONE	0
ENERGIA DI MOTO ORBITALE	0
REAZIONI NUCLEARI	10^{-6}
CALORE INTERNO DELLE STELLE	10^{-3}
LUCE SOLARE	1
REAZIONI CHIMICHE	1-10
CALORE DISSIPATO DALLA TERRA	10-100
RADIAZIONE COSMICA DI FONDO	10^4

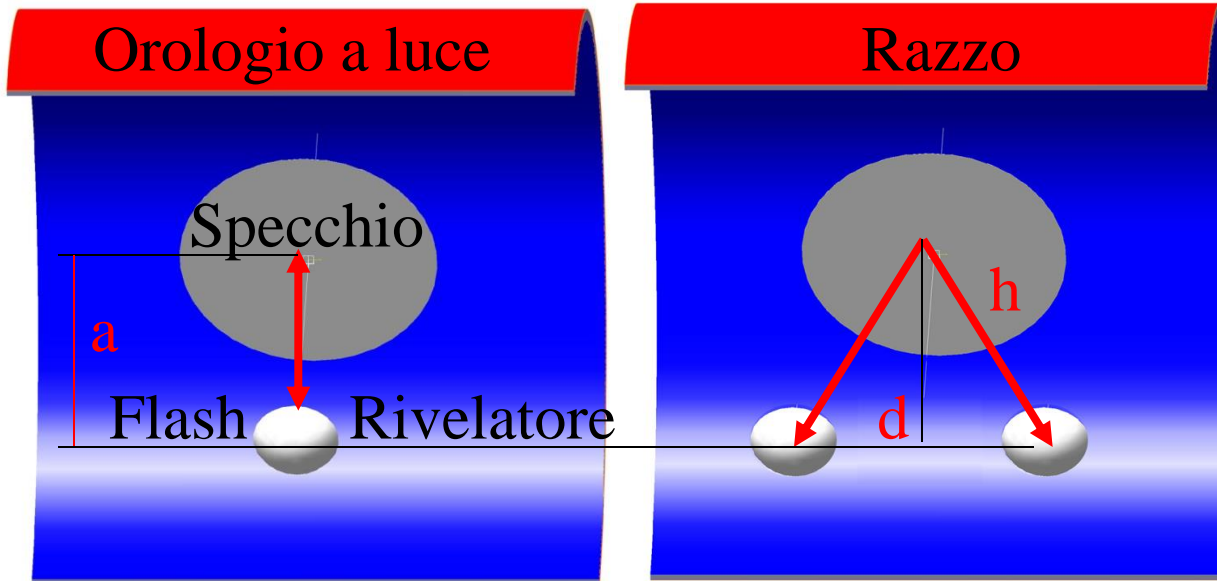
DNA



I sistemi instabili producono strutture Ordinate
Teorema di minima Entropia

Il tempo e la Relatività Speciale

Il succo: è facile dire che un fenomeno avviene in un dato istante.
 Ma se l'informazione viaggia al massimo alla **velocità della luce**,
 come faccio a tenerne conto ?



$$2d = v\Delta t; \Delta t' = \frac{2a}{c}$$

$$h = \sqrt{a^2 + d^2}$$

$$\Delta t = \frac{2h}{c} = \frac{2\sqrt{a^2 + d^2}}{c}$$

$$\frac{c\Delta t}{2} = \sqrt{a^2 + \frac{v\Delta t^2}{2}}$$

$$\Delta t = 2 \frac{a}{c} \sqrt{1 - \frac{1}{\gamma^2}}$$

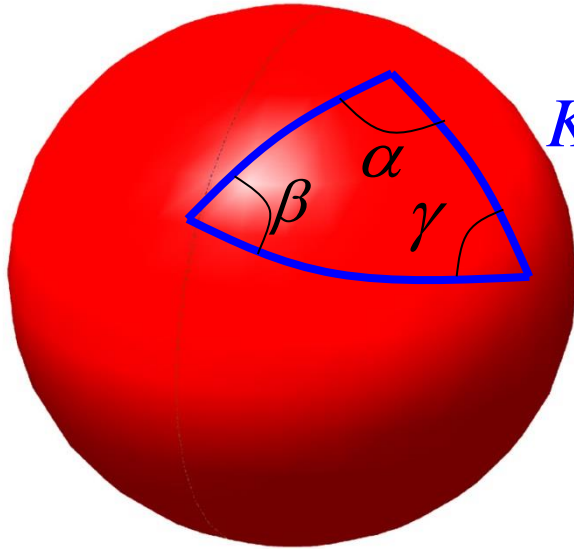
$$\Delta t = \Delta t' \gamma$$

Nella relatività ristretta nulla di esotico sulla contrazione dell'etichetta tempo. Potremmo chiamarlo un'effetto ottico

Il viaggio nel tempo ? $v > c$

Spazio e Relatività Generale (Einstein)

Siamo su una superficie (metrica) piana (euclidea)



$$K = \frac{\alpha + \beta + \gamma - \pi}{\text{area_triangolo}}$$

$$K = \frac{G\rho}{c^2}$$

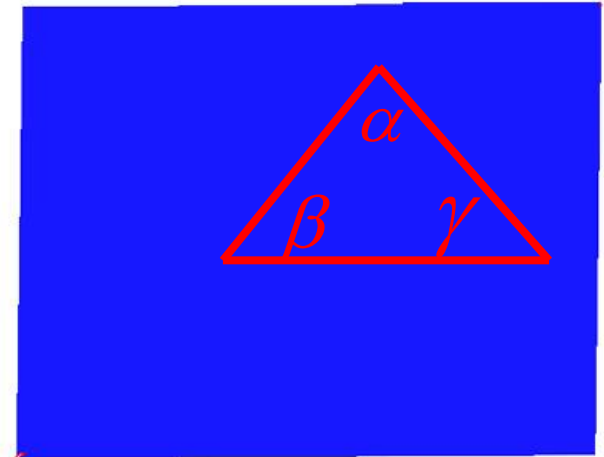
$$c = 299792458 \text{ms}^{-1}$$

$$G = 6.6710^{-11} \text{m}^3 \text{Kg}^{-1} \text{s}^{-2}$$

$$\rho = 1000 \text{Kg} \text{m}^{-3}$$

$$K = 7.4213810^{-25} \text{m}^{-2}$$

$$R = \frac{1}{\sqrt{K}} = 10^9 \text{Km}$$

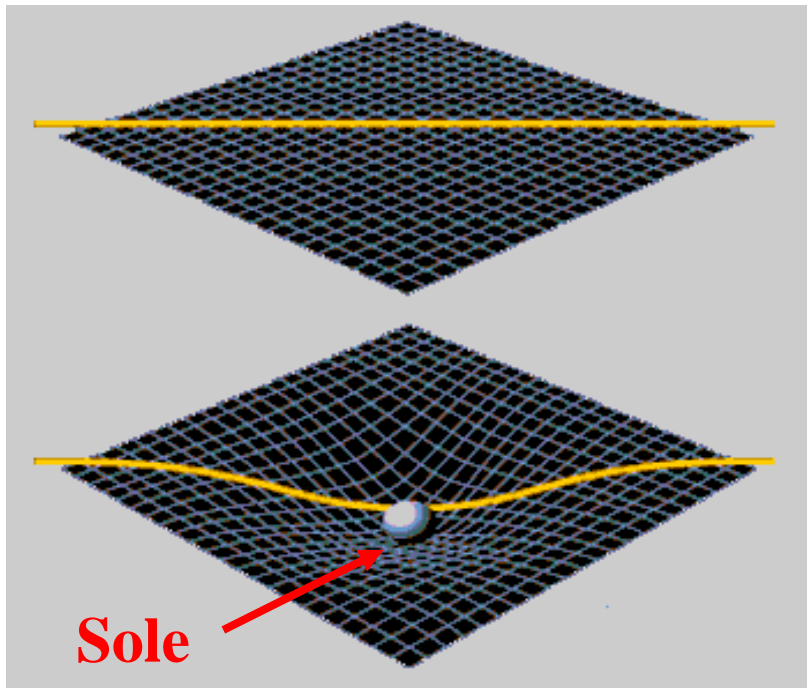


Ogni materia curva lo spaziotempo a 4 dimensioni:
facciamo il conto con l'acqua

Lo Spazio ha una metrica data dal campo Gravitazionale

Spazio & Relatività Generale (Einstein)

Una spiegazione semplice: La curvatura dello spazio dovuto alla massa *modifica l'energia necessaria a muovere l'orologio e.. poiché pensiamo al tempo, lo leggiamo come una modifica di questo...*



Lo spazio «**immenso mollusco***»
è il campo gravitazionale
* Einstein

Peso= mg * g , Forza= mi * a
Finalmente si capisce $mi=ma$

Buona prova della validità della
Relatività generale: deviazione
della luce dovuta alla curvatura

Deflessione Relatività Generale = $1'',75$

Deflessione misurata = $1'',61 \pm 0'',30$

(Eddington 1919)

Meccanica Quantistica & Relatività (realmente separati in casa ?)

Cosa succede se curvo troppo lo Spazio
Cioè se voglio vedere una zona molto piccola

Devo dare molta energia alla particella
e dunque curvare lo spazio a tal punto che la
particella-sonda viene inghiottita

$$l_{Planck} = \sqrt{\frac{hG}{c^3}}$$

Interazioni tra
ideologie
totalitarie e la
scienza
Lev Landau,
Matvei Bronstein
&
Quantizzazione
Gravitazionale

Quindi anche lo Spazio e dunque il
Campo Gravitazionale risulta
quantizzato
& spariscono gli infiniti

Spazio & Gravità Quantizzata

Attenzione, ora la Gravità Quantistica è pura Teoria, forse Metafisica

Ma i padri sono di tutto Rispetto:

John Wheeler - con Oppenheimer e Teller, il più famoso non Nobel

C. DeWitt - Medaglia Dirac(Italia),Premio Pomeranchuk(URSS), Premio Einstein (USA).

Lee Smolin - Università Waterloo

C. Rovelli - Direttore gruppo gravità quantistica Università Aix-Marsiglia*

Abhay Ashtekar - direttore dell'Istituto di fisica gravitazionale Università Pennsylvania

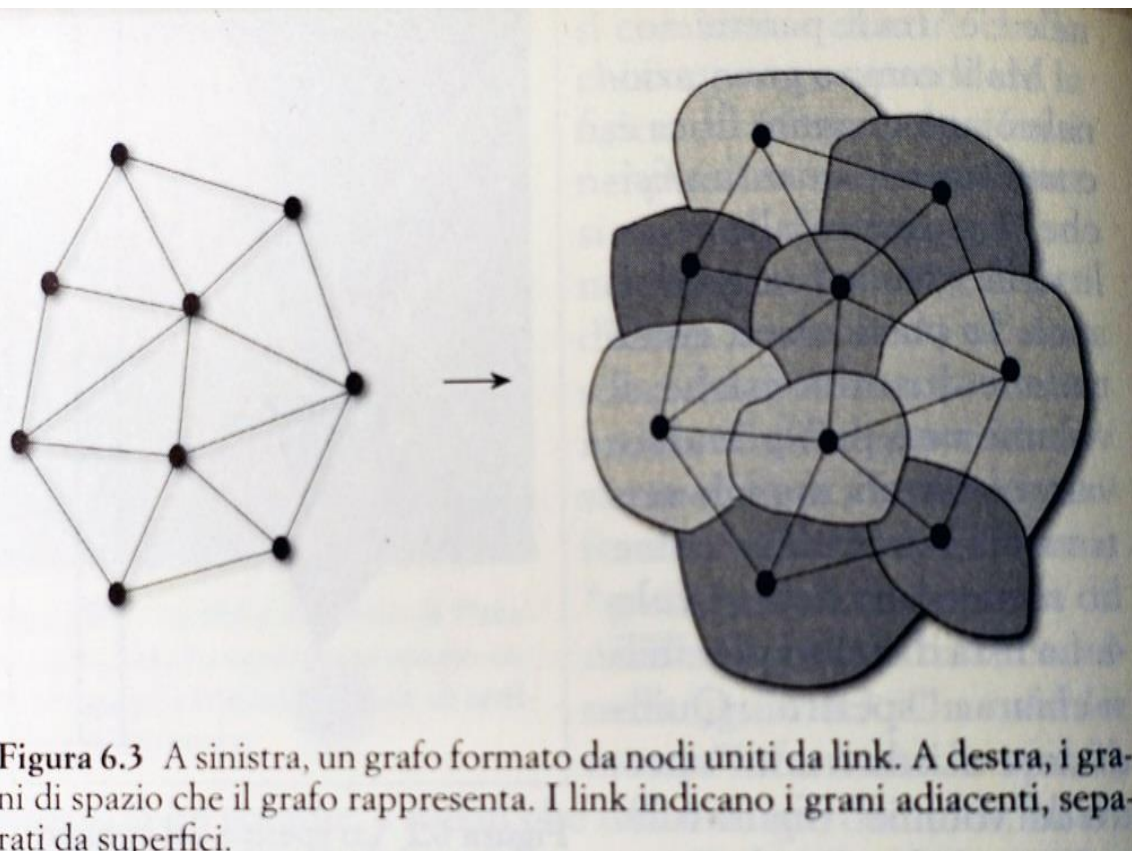


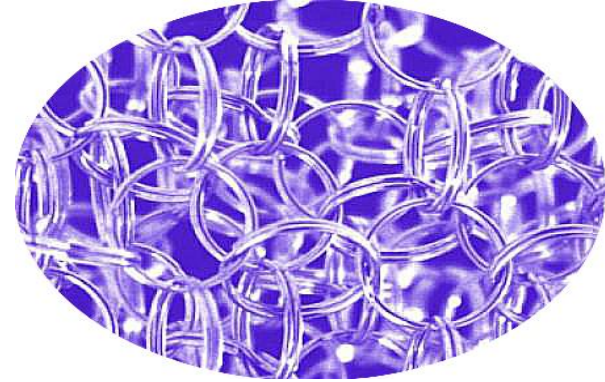
Figura 6.3 A sinistra, un grafo formato da nodi uniti da link. A destra, i grani di spazio che il grafo rappresenta. I link indicano i grani adiacenti, separati da superfici.

«Le particelle non riempiono lo spazio, abitano l'una nei paraggi dell'altra e lo spazio è il tessuto della loro vicinanza»*
Un ritorno ad Abdera
Nel V Sec a.c.

Tempo & Gravità Quantizzata

Faraday : **Linee di Forza** +
Einstein&Wheeler&DeWitt: **Indipendenza dalla Struttura**

Solo che nelle equazioni
Wheeler&DeWitt
Linee di Forza chiuse
&
Indipendenza dal Tempo



Galileo il Battito ed il Candelabro: regolarità del pendolo

$A(B), B(C), C(A)$ invece di $A(t), B(t), C(t)$

A scala di Planck non più **Tempo Locale**

e men che mai **Tempo Assoluto.**

Non vi sono più oggetti periodici, vi è una danza casuale di oggetti,

****Niente orologi, niente tempo,****

Può sembrare strano ma forse....

è questo il mondo nel quale siamo sempre vissuti

? Conclusioni ?

