

TEMPO ASTROFISICO

TEMPO COSMOLOGICO

SANDRO BARDELLI

INAF-Osservatorio di Astrofisica e Scienza dello Spazio







Se nessuno me lo domanda, lo so. Se voglio spiegarlo a chi me lo domanda, non lo so più

Sant'Agostino (354–430)

Di Antonello da Messina

L'importante per la fisica e'che sia

Spazio: prendo un qualcosa di predefinito e guardo quante volte sta dentro la grandezza che voglio misurare



MISURE INGLESI



YARDA=circonferenza del petto o distanza naso-pollice di Edoardo I d'Inghilterra (1239-1307)



PIEDE



POLLICE:



ACRO:terra arabile da un bue in un giorno



L'importante per la fisica e'che sia

Spazio: prendo un qualcosa di predefinito e guardo quante volte sta dentro la grandezza che voglio misurare

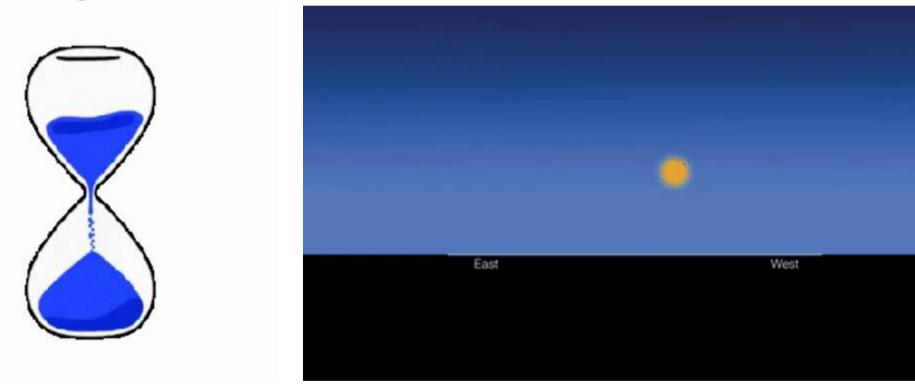
TEMPO: prendo qualcosa che INIZA E CHE FINISCE e vedo quante volte sta nella grandezza che voglio misurare

Due cose rappresentative

- 1)La clessidra
- 2) Il giorno (tra l'alba e il tramonto)

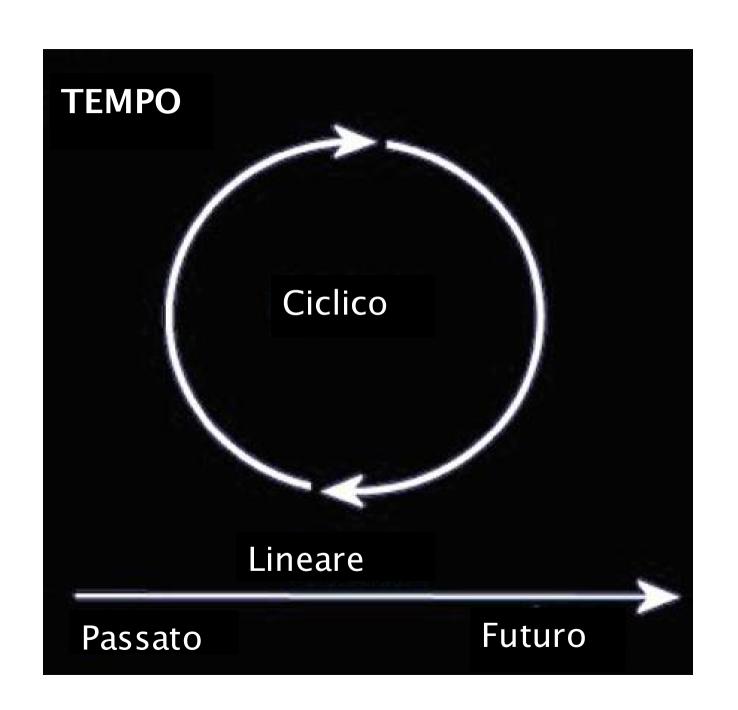
Due cose rappresentative 1)La clessidra

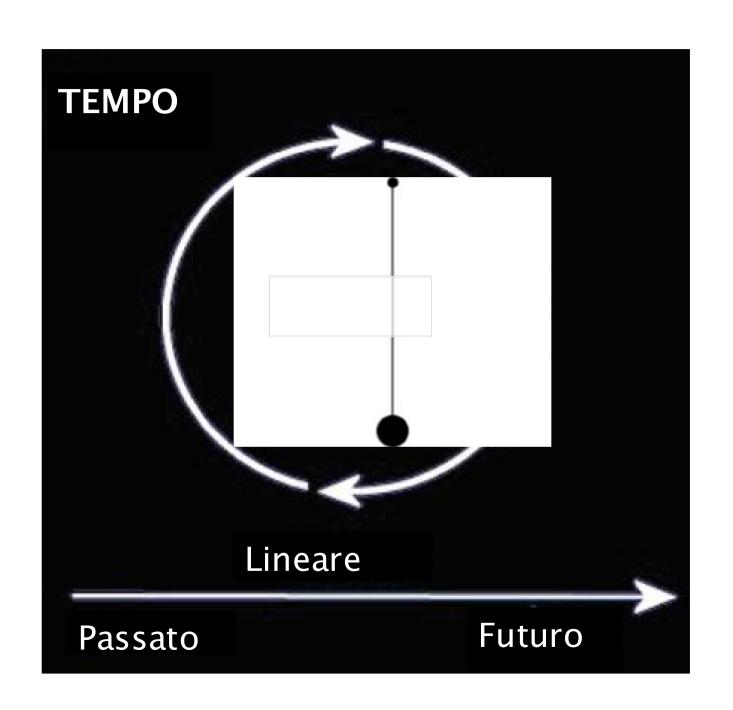
2) Il giorno (tra l'alba e il tramonto)



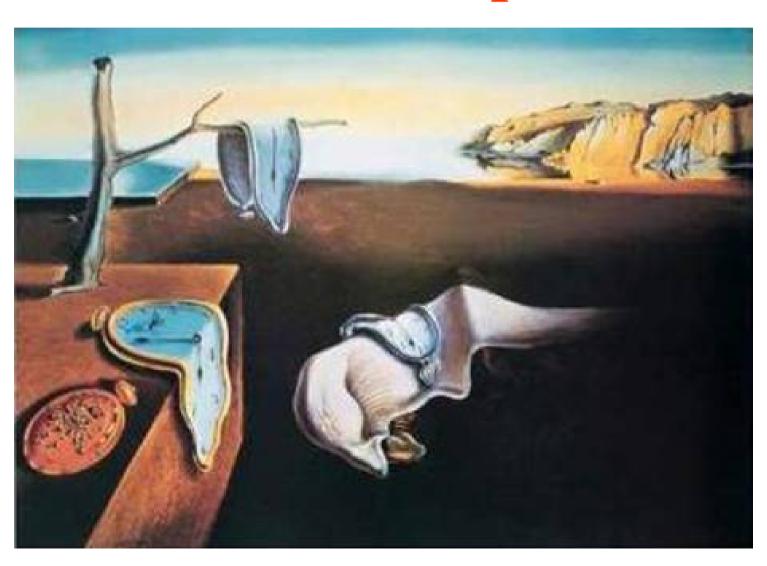
La differenza e'che la clessidra la devo ricaricare Il Sole continua a sorgere

2 tipi di tempo!!

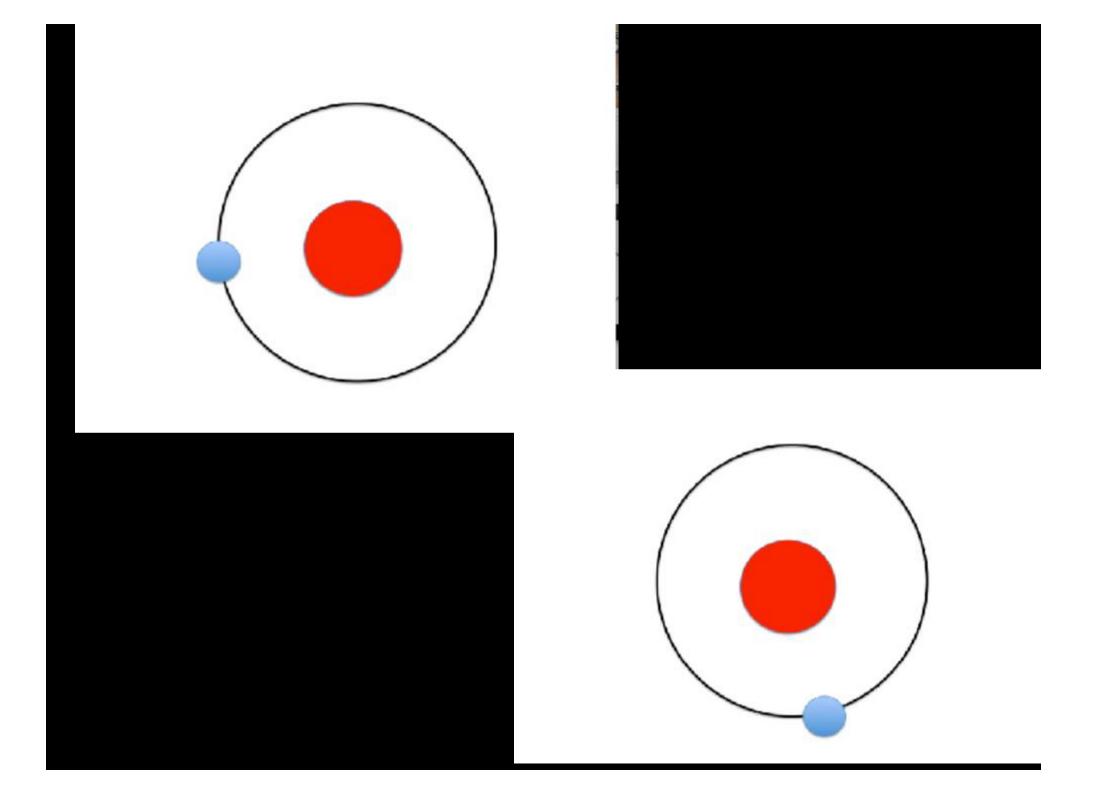


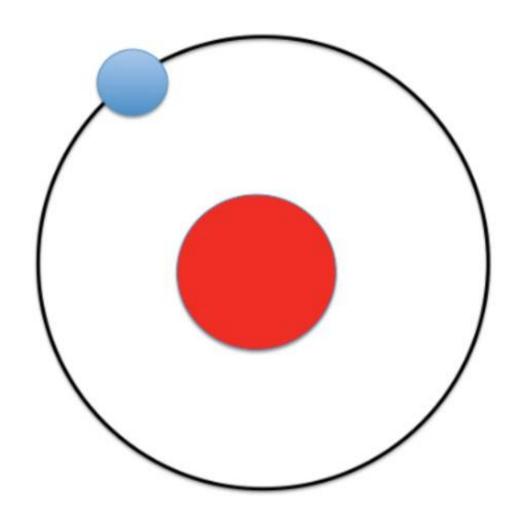


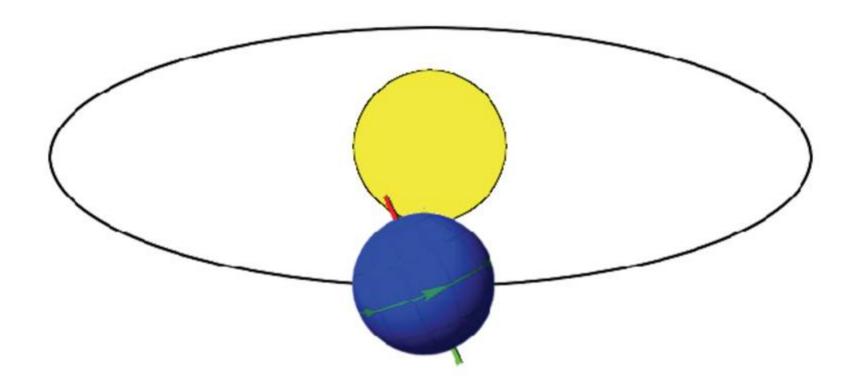
IL TEMPO una dimensione "speciale"



Le teorie della gravitazione non hanno una freccia del tempo intrinseca





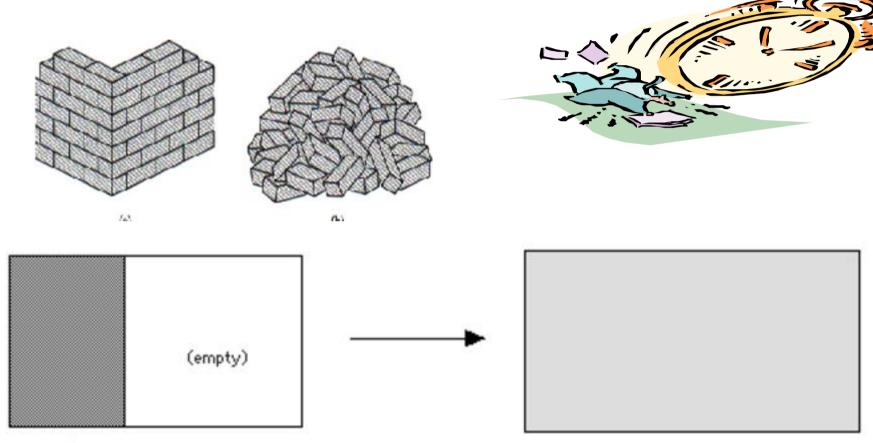






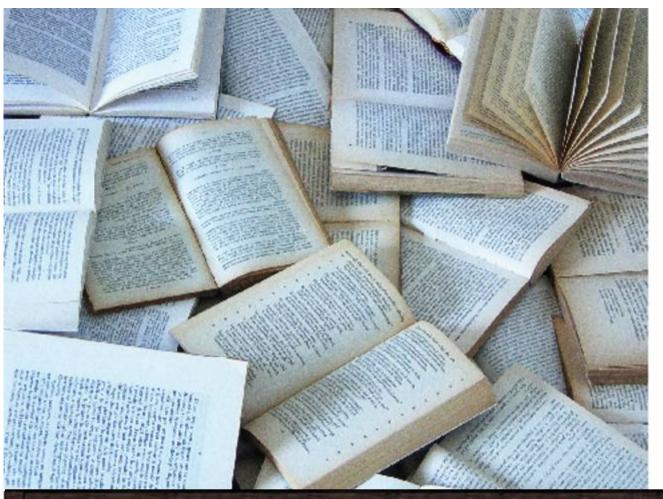


Il tempo e l'entropia

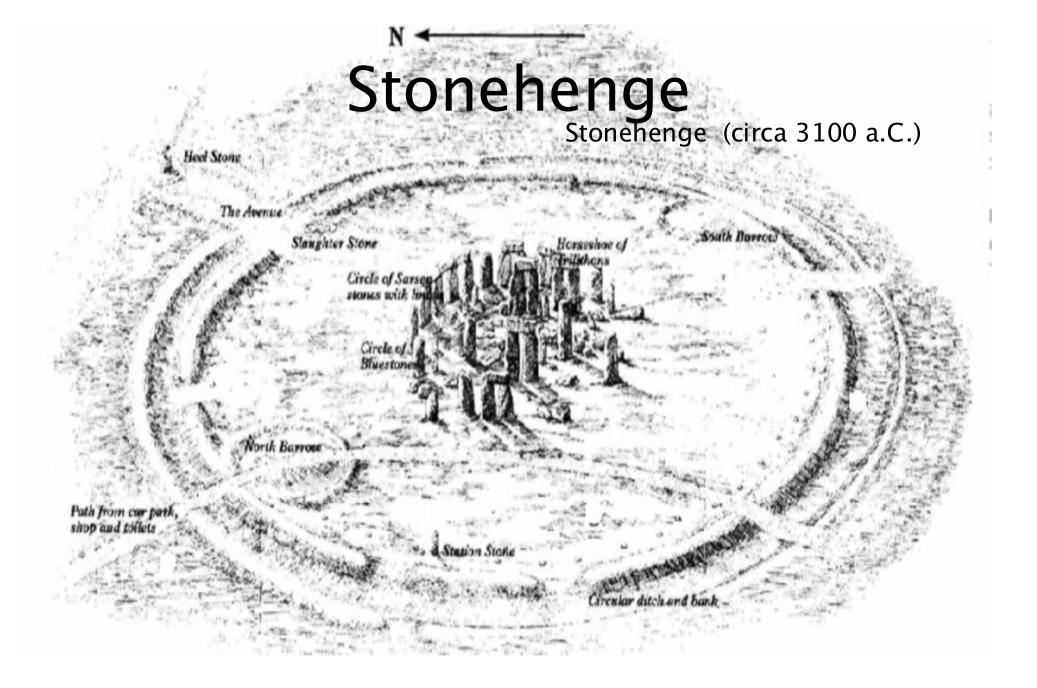


^{2/5}Il tempo va in una sola direzione

Ci vuole più energia a incollare i pezzi di un vaso rotto che a romperlo







II TEMPO ASTRONOMICO



TEMPO ASTRONOMICO



Secoli: 100 anni

Anno: 365 giorni

Giorno: 24 ore

Ora: 60 minuti

Minuto: 60 secondi

Secondo: centesimo

12 Mesi: uno di 28 giorni,

7 da 31 giorni e 4 da 30 giorni

Ma perche?



II GIORNO

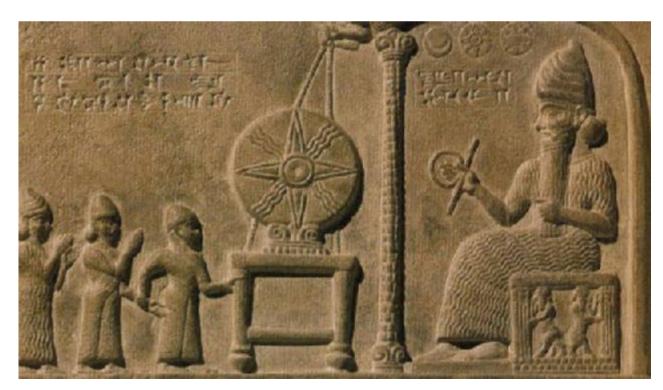


Gli egizi dividevano il giorno in 10 sezioni + 1 corrispondente all' alba e 1 corrispondente al tramonto

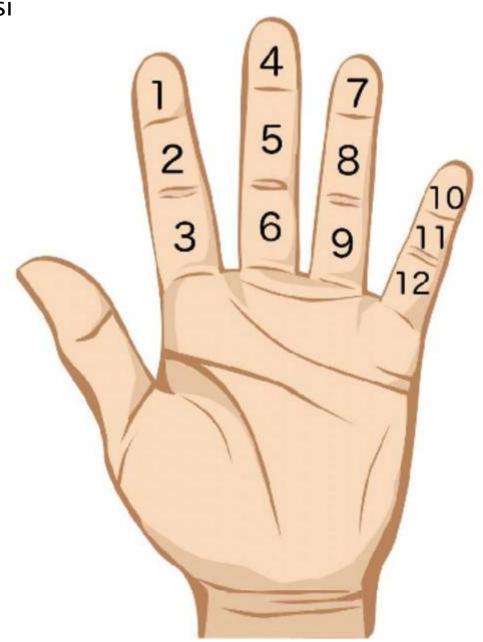
Per stabilire le ore notturne avevano 36 costellazioni

Babilonesi dividono le ore in 60 secondi





Egizi e Babilonesi



Il mese

29 giorni 12 ore 44 minuti (29.5 giorni) Mese sinodico (stessa fase della luna)



Il problema e'che il moto della Luna poco ha a che fare con il moto della Terra attorno al Sole

Prima volta che si usa il mese e' in Mesopotamia (500 aC)

Ciclo Lunare 29.5 giorni Anno 365.25 giorni

29.5 giorni X12mesi =350 29.5 giorni x13 mesi =383.5

Ci mancano da piazzare 15 giorni in linea di principio tutti i mesi da 30 giorni e 3 da 31 giorni

I greci avevani 10 mesi intercalando durate di 29 e 30 giorni e ogni due anni un mese in piu'di 29 o 30 giorni

Sono pazzi questi Romani!!

Romolo (738 a.C)



Sono pazzi questi Romani!!

Martius 31 giorni mese di Marte

Romolo (753 a.C)

Aprilis 30 giorni Mese di Afrodite

Maius 31 giorni mese di Maia

Junius 30 giorni mese di Juno

Quintilis Poi Julius 31giorni

La somma=304 giorni Siamo fuori di 61 giorni!

Sextilis 30 giorni

Poi Augustus

September 30

October 31 November 30 December 30 Mancano l'equivalente di due mesi in inverno "perche'tanto non succede niente "

Mesi da 30 sono Mesi Cavi, da 31 sono Mesi Pleni

Romolo (738 a.C): 10 mesi

Numa Pompilio (713 a.C.)

Aggiunti ai lati dell'anno

Januarius 29 giorni

Aprilis 30 giorni Mese di Afrodite

31 giorni mese di Maia

31 giorni mese di Marte

Junius 30 giorni mese di Juno

Quintilis 31giorni **E**Poi Julius

Sextilis 30 giorni Februarius Mese della purificazione

Poi Augustus da 28 giorni

September 30

Martius

Maius

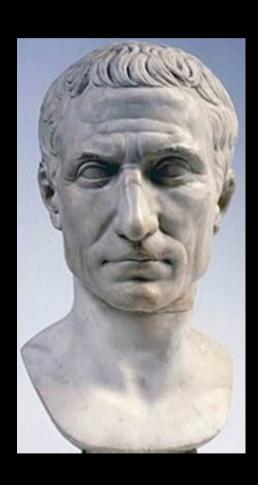
October 31 **sviluppato una fobia per I numeri pari**November 30

December 30

Mesi da 30 sono Mesi Cavi, da 31 sono Mesi Pleni

lanuarius	29 giorni mese di Janus		Romolo (738 a.C): 10 mesi	
Februarius	28 gioni mese di Februa		Numa Pompilio (450 a.C)	
Martius	31 giorni mes	e di Marte	Aggiunti ai lati dell'anno Januarius 29 giorni	
Aprilis	29 giorni Mese	di Afrodite		
Maius	31 giorni mes	se di Maia	E	
Junius	29 giorni mes	se di Juno	Februarius Mese della purificazione	
Quintilis Poi Julius	31 giorni		da 28 giorni	
Sextilis Poi Augustu	29 giorni s		Ora ci sono 355 giorni!!	
	Intercalaris			
September	29 giorni	(Merced		
October November December	31 giorni 29 giorni 29 giorni	(27 gio La dura	f giorni ogni due anni rni) Ita la decide il Pontifex Maximus a seconda delle necessita')	
		(or orr aca	ordinara a secondara arene mecessica y	

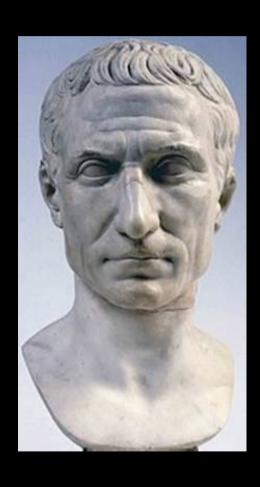
Anno della confusione 46 a.C. durato 443 giorni



Calendario Giuliano

365,25 giorni

Anno della confusione 46 a.C. durato 443 giorni



Calendario Giuliano

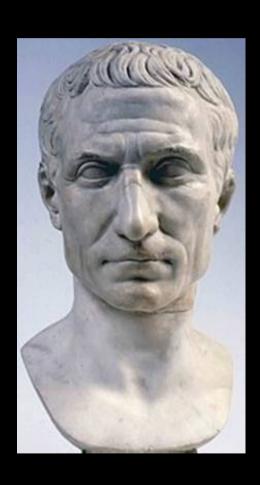
Sosigene 46 a.C

365,25 giorni

Cioe` 365 giorni e un quarto

Per cui ogni quattro anni Si aggiunge un giorno

Anno della confusione 46 a.C. durato 443 giorni



Calendario Giuliano

Sosigene 46 a.C

365,25 giorni

Cioe` 365 giorni e un quarto

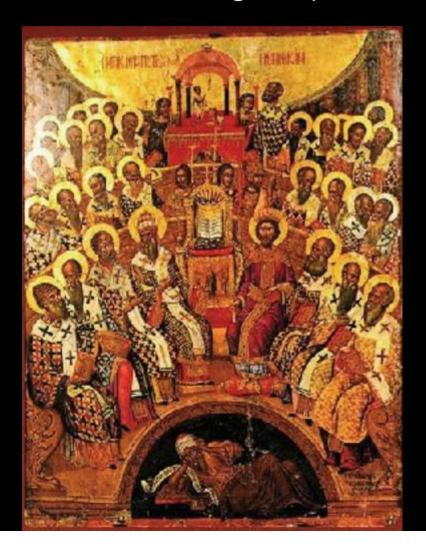
Per cui ogni quattro anni Si aggiunge un giorno

Ma l' anno dura in realtà

365 giorni 6 ore 9 minuti 9,54 secondi

Per cui si perdeva 1 giorno ogni 128 anni

Il concilio di Nicea stabiliva l'equinozio il 21 Marzo ma nel 1582 era arrivato 10 giorni prima



CALENDARIVM GREGORIANVM

Orbi Christiano vaiuerio à GREGORIO XIII. P. M. propositum. Anno M. D. LXXXII.



GREGORIVS EPISCOPVS

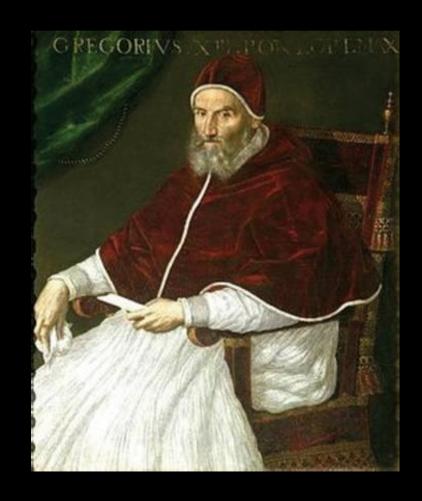
AD PERPETVAM REI REMORIANA



N T S & Legalitimes televale often maker tener, as policementally as paralle as Teachers and the control to the special as reference for the addition approximate, the statement of the statement

All a federation is a production mention, she of Land accommunion deposited priches Tobal court deriver time ; good or for any or stiple action corners suggested to the week good soaut a reconst Department Calvellary of the Comment and the Famous Procedure products for the sederent later hard descript, to some objeter to a description as the object to be presented and proceedings to the large good of their more ports proposed man bright maries of former to salito de Sea Sare, gare bear de disconsalione france de de un propos promoneras se pe summer Lechardron esta implema (pertere prima em sera aprendament el finacione). Fina contract parent or de same, but subject . a Dead for freed fort, in backer there, surges and come of constants like a histople surren the second of mediane dallow, popular d our allers were processes from earlier offer at on paster unum paradom & sullaren Coclam is in expending to the faction of the engineering manufacture from the compact of contracting the filters. mount for a mount down enter one of Calendarias defeater, confirmination, of Souther new Lando wars. Level surpe for house, we Calendarium offen milit variant madation et solo. remercialisment colleges. Acuse have reflexed a Coloniery estimate exigns telescost conprobable at Continue to being a collector open committee proces and amount from a serie. establishes and and and appeared to the annual members of the property of the same management. Lanen porcer lever fred for server server minen confresor obtails, were of Calendary some le graces alliebnings as along these horass recompensations, your long over an promorant book out principal and the property of the second property of the second section beat and a second section. builder de Collection Librarie, prime extentiones emilyer empediate or discontillar propertie beneral maraliques for, es du bream bancoran, que decere ficioferant, la dicia bane processe a char. tion Lind for an Opine, our second opine about and passe more interpression while an artist and Coloniary perfectioners maxima personal.

5-15 ottobre 1582 I giorni che nono ci sono mai stati



CALENDARIVM GREGORIANVM

Orbi Christiano vaiuerio à GREGORIO XIII. P. M. propositum. Anno M. D. LXXXII.



GREGORIVS EPISCOPVS

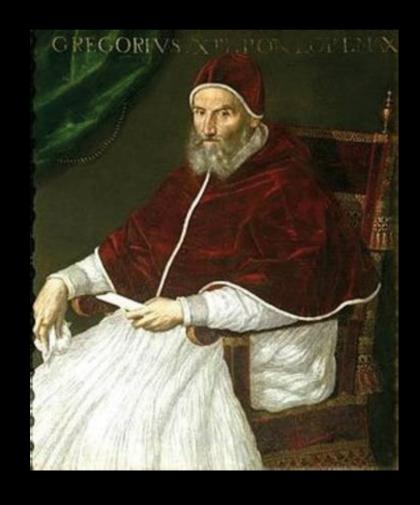
AD PERPETVAM REI REMORIANA



N T S & Legalitimes televale often maker tener, as policementally as paralle as Teachers and the control to the special as reference for the addition approximate, the statement of the statement

All a federation is a production mention, she of Land accommunion deposited priches Tobal court deriver times good or of a wife stiple action or one . sopre etitle. He were good soaut a reconst Department Calvellary of the Comment and the Famous Procedure products for the sebecarior interest of week, to some of file it of our way grother at her the stronger was good and proceedings to the large good of their more ports proposed man bright maries of former to salito de Sea Sare, gare bear de disconsalione france de de un propos promoneras se pe summer Lechardron esta implema (pertere prima em sera aprendament el finacione). Fina contract parameter de samble, but substair . a Dea deferfacions from, in baccage attent, susages and come of constants like a histople surren the second of mediane dallow, popular d our allers were processes from earlier offer at on paster unum paradom & sullaren Coclam is in enone were to execute officery convictor named to him, sign of convenent set they mount for a mount down enter one of Calaborise Soft feet, confermination, of Souther new Lando wars. Level surpe for house, we Calendarium offen milit variant madation et solo. remercialisment colleges. Acuse have reflexed a Coloniery estimate exigns telescost conprobable at Continue to being a collector open committee proces and amount from a serie. establishes and and and appeared to the annual members of the property of the same management. Lanen porcer lever fred for survey secondaries confestore chiale, were of Calendary some legraces alliebnings as along these horass recompensations, your long over an promorant book out principal and the property of the second property of the second section beat and a second section. builder de Collection Librarie, prime extentiones emilyer empediate or discontillar propertie beneral maraliques for, es du bream bancoran, que decere ficioferant, la dicia bane processe a char. tion Lind for an Opine, our second opine about and passe more interpression while an artist and Colonius perfectamen maxima personal.

Sono bisestili Gli anni divisibili per 400(secolari) per 4 (non secolari)





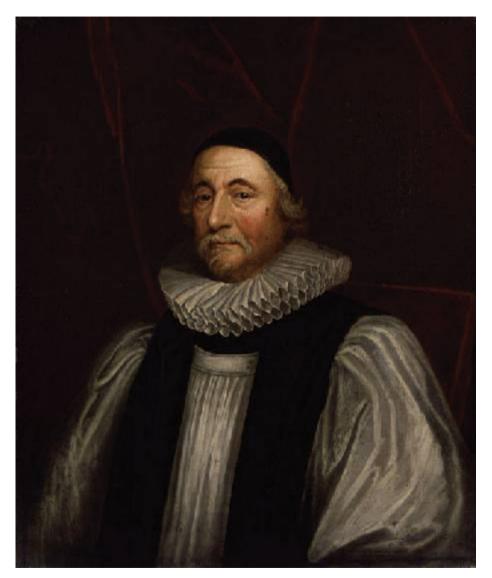
Tempo astrofisco

Quale é l'etá del Sole (e della Terra?)



VESCOVO JAMES USSHER (1581–1656)

Dio creò l'Universo domenica 23 ottobre 4004 a.C., a mezzogiorno in punto (12:00:00 UTC).



https://sites.google.com/site/brevestoriadellageologia/

Energia prodotta dal Sole in un secondo

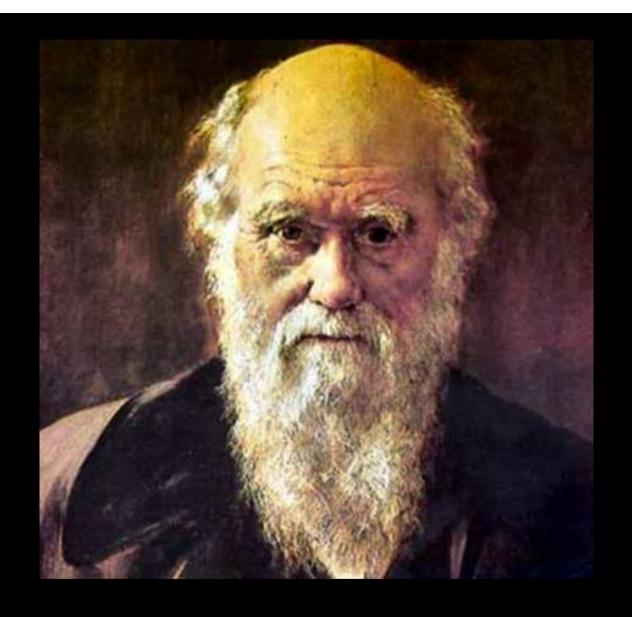
4 · 10²⁶ Watt

400.000.000.000.000.000.000.000 Watt

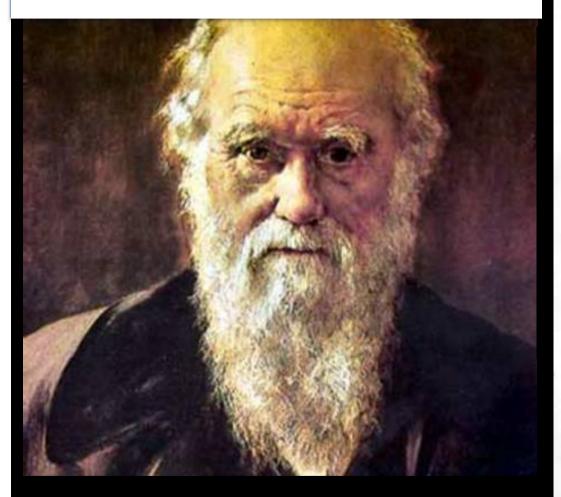
PERCHE BRILLA?

Se bruciasse carbone, per mantenere la produzione di energia, si consumerebbe in 5800 anni

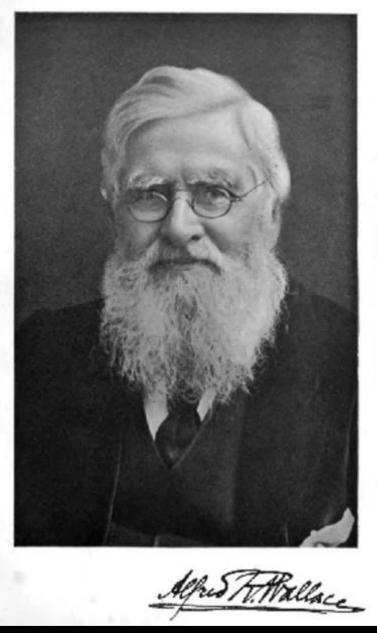




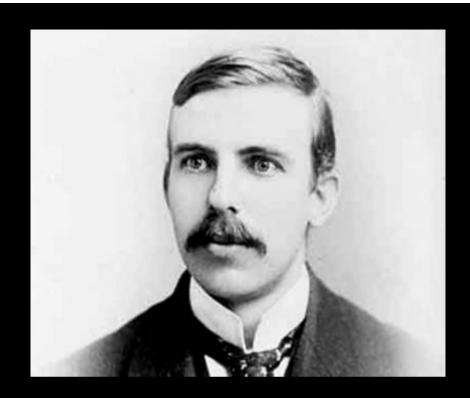
Charles Robert Darwin (1859)



Charles Robert Darwin (1869)



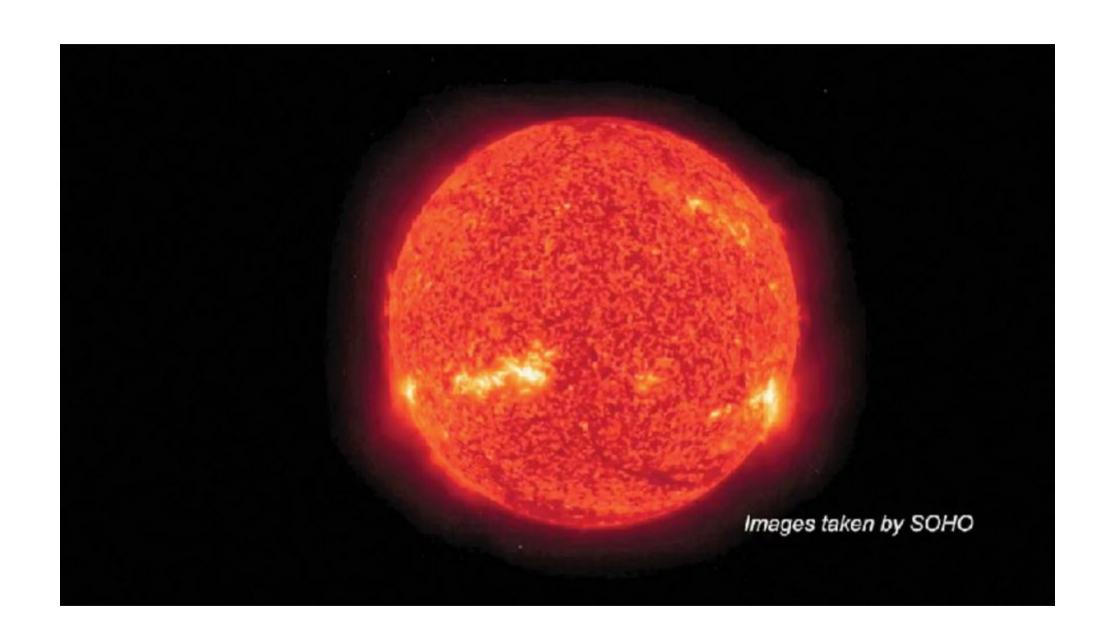
Alfred Russel Wallace

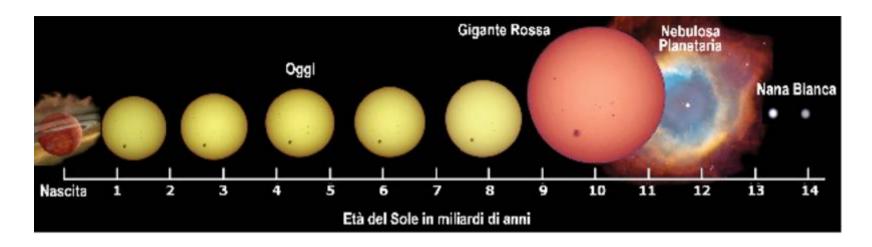


Ernst Rutheford (1904)



Centro del Sole





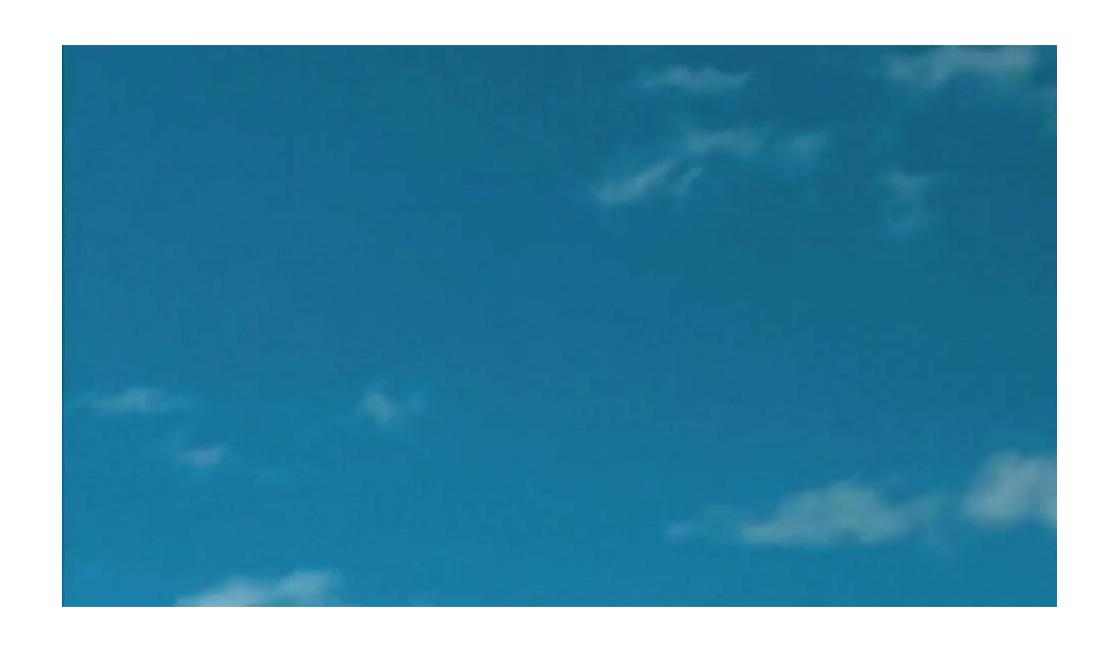












Extreme Gravity I: White Dwarfs

Vfuga= 6000 km/s 20 milioni di km/ora



1 cm³ pesa 1 tonnellata

 $M \approx 1.0 \ M_{sun}$ $R \approx 5800 \ km$ $V_{esc} \approx 2\% \ speed \ of light$

(Left: NASA Fhoto)

Limite di Chandrasekar (1.4 Msolari)

The image part with relation ship ID rid 2 was not found in the file.

Mass (solar masses)	Time (years)	O3 O7 B4	
60	3 million		
30	11 million		
10	32 million		
3	370 million	A5	
1.5	3 billion	F5	
1	10 billion	G2 (Sun)	
0.1	1000s billions	M7	

Vfuga=90.000 km/s 30 % c Volkoff-Oppenheimer limit 1.5-3.0 Msolari

Neutron Star & Black Hole



D=5 millimetri pesano 5 miliardi di tonnel

100 Masse solari

Neutron Star & Black Hole



Manhattan (space maging.com)

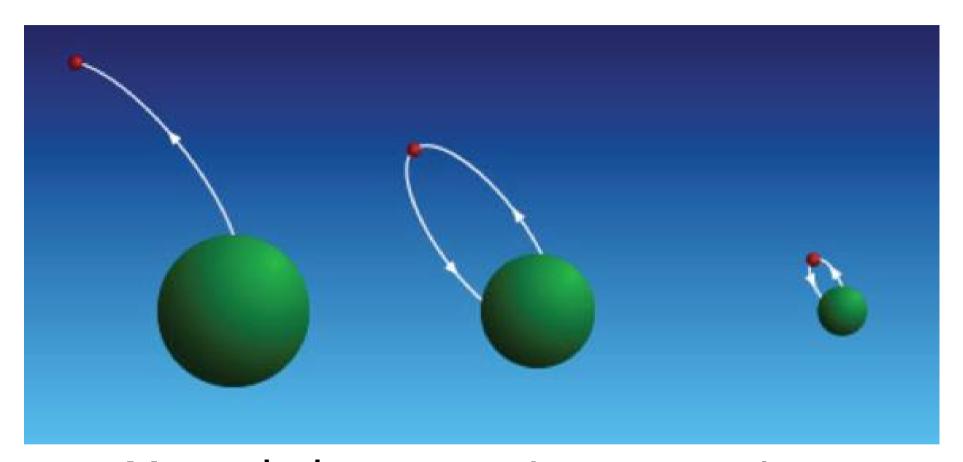


Neutron Star M=1.5 M_{sun} R≈10 km



Black Hole $M = 1.5 M_{sun}$ $R_s = 4.5 km$

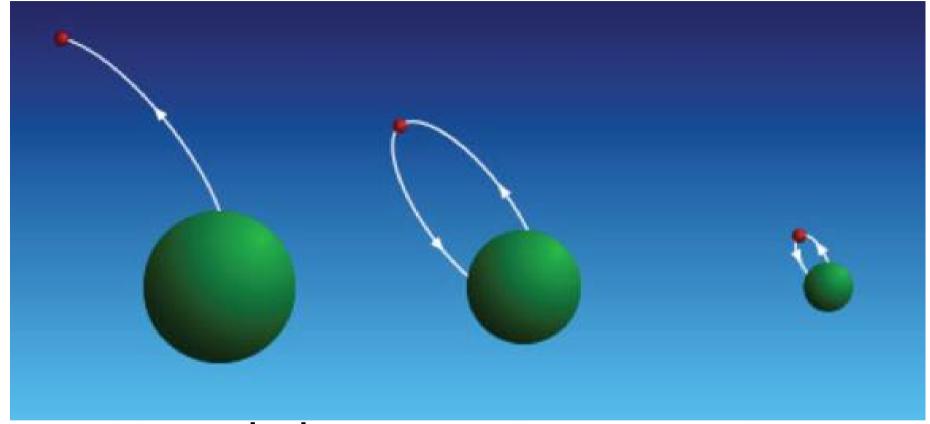
VELOCITA' DI FUGA PIU' GRANDE DELLA VELOCITA' DELLA LUCE



Ma se la luce non riesce a uscire allora e'

NERO

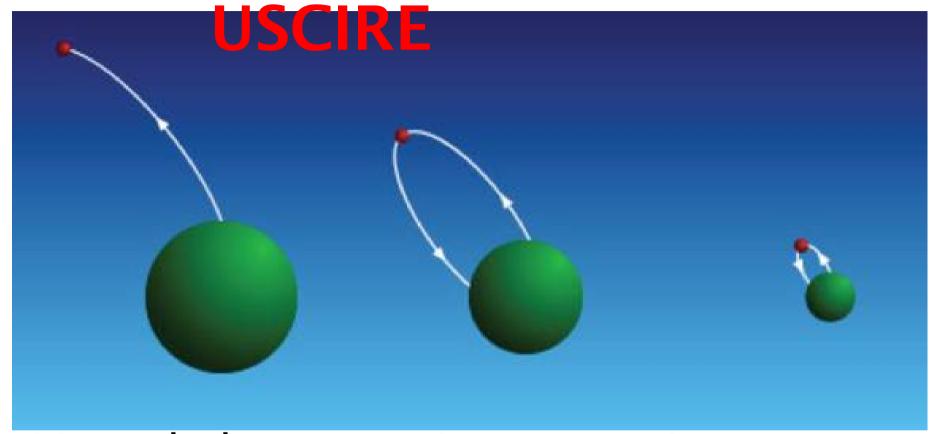
NERO



Ma se la luce non riesce a uscire allora e' NIENTE PUO'

USCIRE

NERONIENTE PUO'

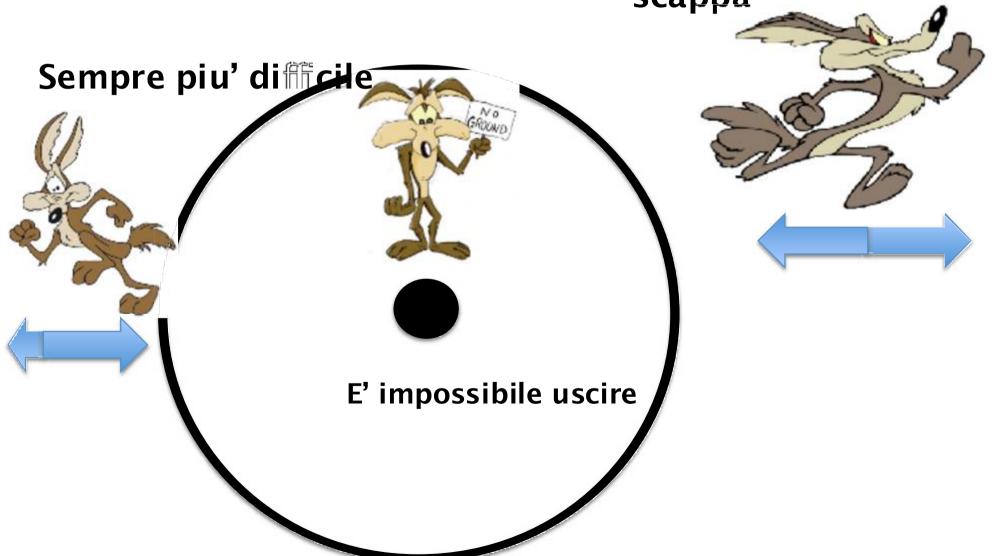


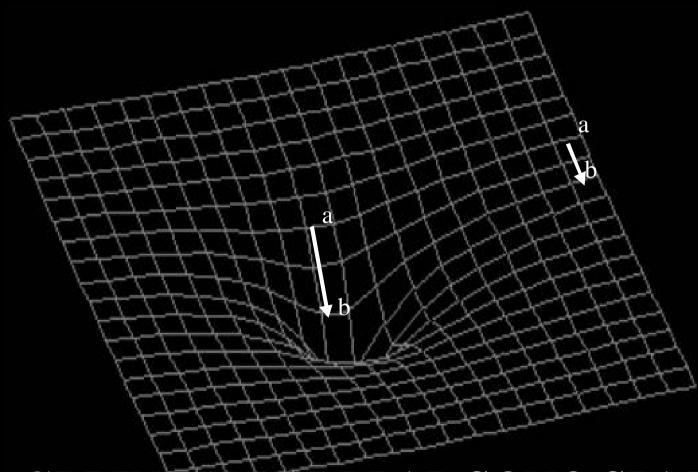
Ma se la luce non riesce a uscire allora e' COME SE FOSSE

SEPARATO DAL NOSTRO

UNIVERSO

Orizzonte degli evenți În questa zona si scappa

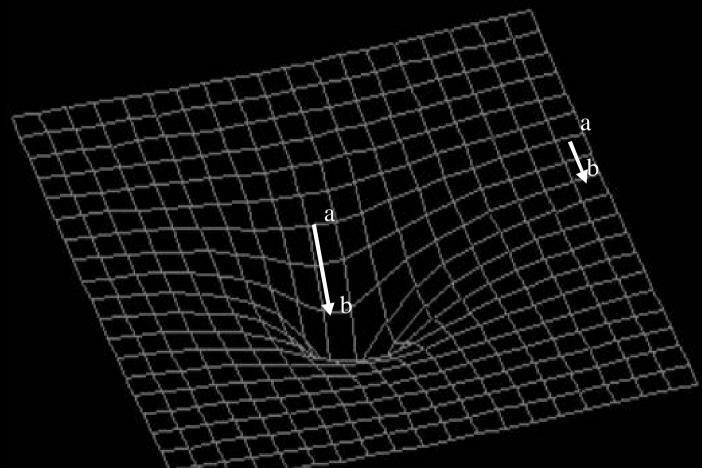




ORA GLI INTERVALLI AB SONO SPAZIO



IL TEMPO

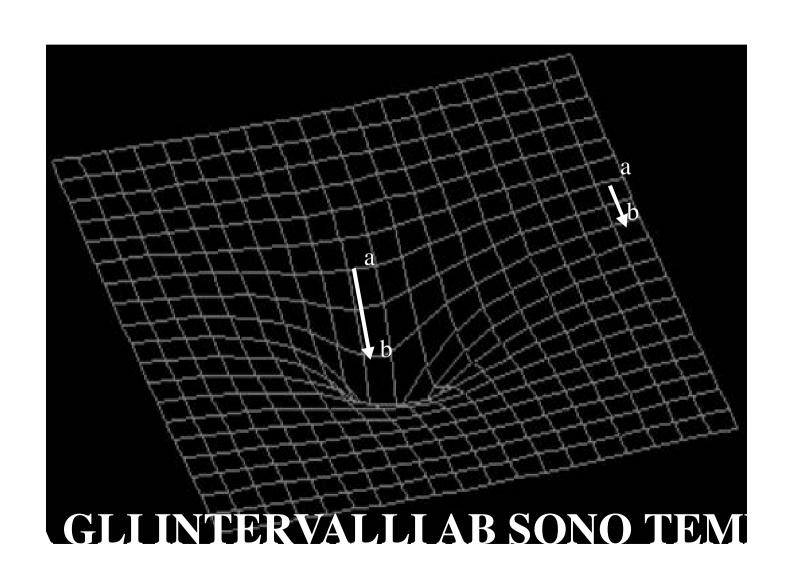


ORA GLI INTERVALLI AB SONO TEMPO

Il tempo e' una quantita' relativa



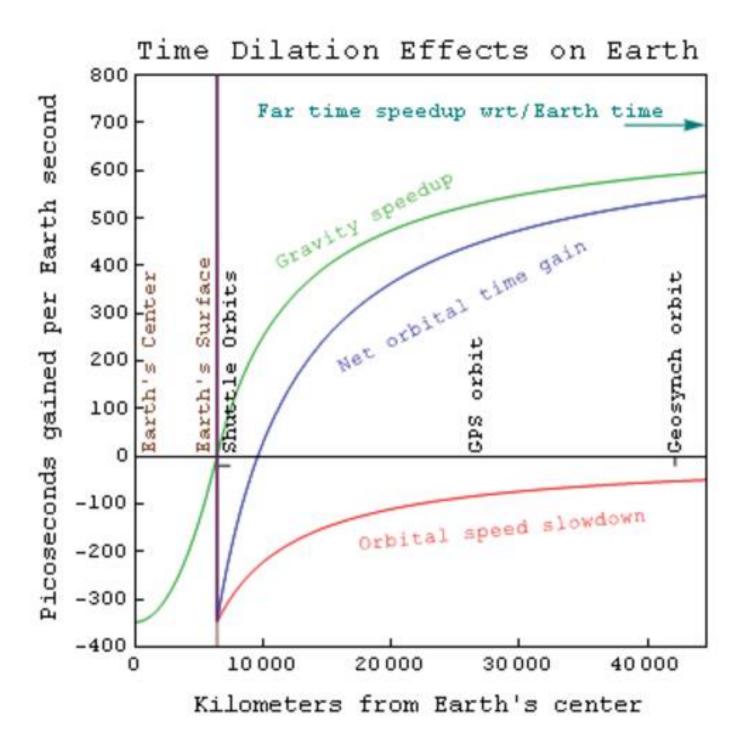
CURVATURA (tempo)



Object	Mass	Radius	Gravity at Surface	Gravitational Escape Velocity	Time dilation	Equivalent Lorentz/Time Dilation Velocity	Escape - Equivalent Velocity Error
	м	R	g	V _e	t _v	$\mathbf{v_f}$	v _e - v _f
	kg	m_	m/s ²	m/s	s	m/s	
Sun	2.00E+30	6.90E+08	274.98	621,946	1.00000215195969	621,946	0.0000000%
Мегсигу	3.59E+23	2.44E+06	3.70	4,431	1.00000000010922	4,431	0.0000153%
Venus	4.90E+24	6.07E+06	8.87	10,383	1.00000000059976	10,383	0.0000018%
E arth	5.98E+24	6.38E+06	9.80	11,187	1.00000000069626	1,187	-0.0000080%
Mars	6.58E+23	3.39E+06	3.71	5,087	1.00000000014395	5,087	0.0000245%
Jupiter	1.90E+27	7.14E+07	23.12	59,618	1.00000001977343	59,618	0.0000002%
Saturn	5.68E+26	5.99E+07	8.96	35,566	1.00000000703708	35,566	-0.0000002%
Uranus	8.67E+25	2.57E+07	7.77	21,201	1.00000000250060	21,201	-0.0000005%
Neptune	1.03E+26	2.47E+07	11.00	23,552	1.00000000308580	23,552	-0.0000019%
Pluto	1.20E+22	1.15E+06	0.72	1,178	1.000000000000772	1,178	0.0001586%

Table 1. Gravitational Escape Velocity versus Equivalent Lorentz/Time Dilation Velocity*

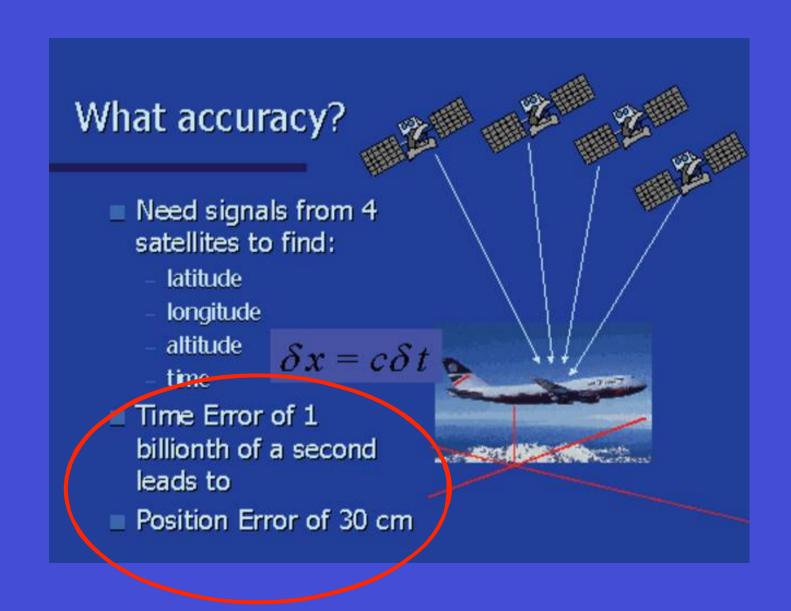
Sole = 2 milionesimi Terra=0.6 miliardesimi nanosecondi



Nel 1971 furono usati due orologi al cesio di cui uno posto su un Boeing 707. Dopo 40 ore a circa 800 km/h l'orologio sul Boeing rimase indietro di 0.0000008 (8 nsec)



Ci sono 24 satelliti in orbita ad una altezza di 20.000 km con una velocita' orbitale di 14.000 km/h. Hanno a bordo orologi atomici



nespoli1



75%=1.3 nr/rs=2





50%=2 r/rs=1,3

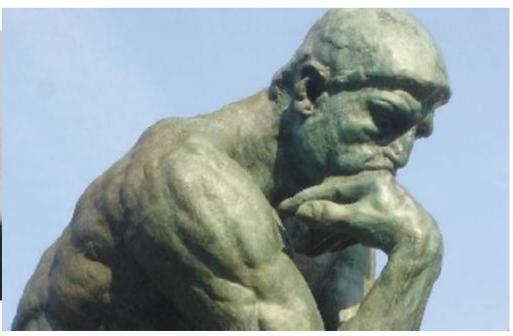


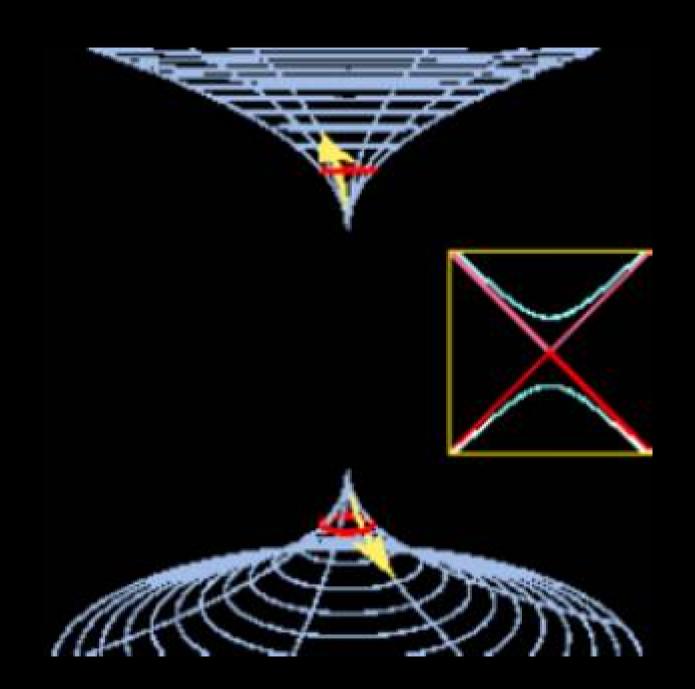
25%=4 r/rs=1.07







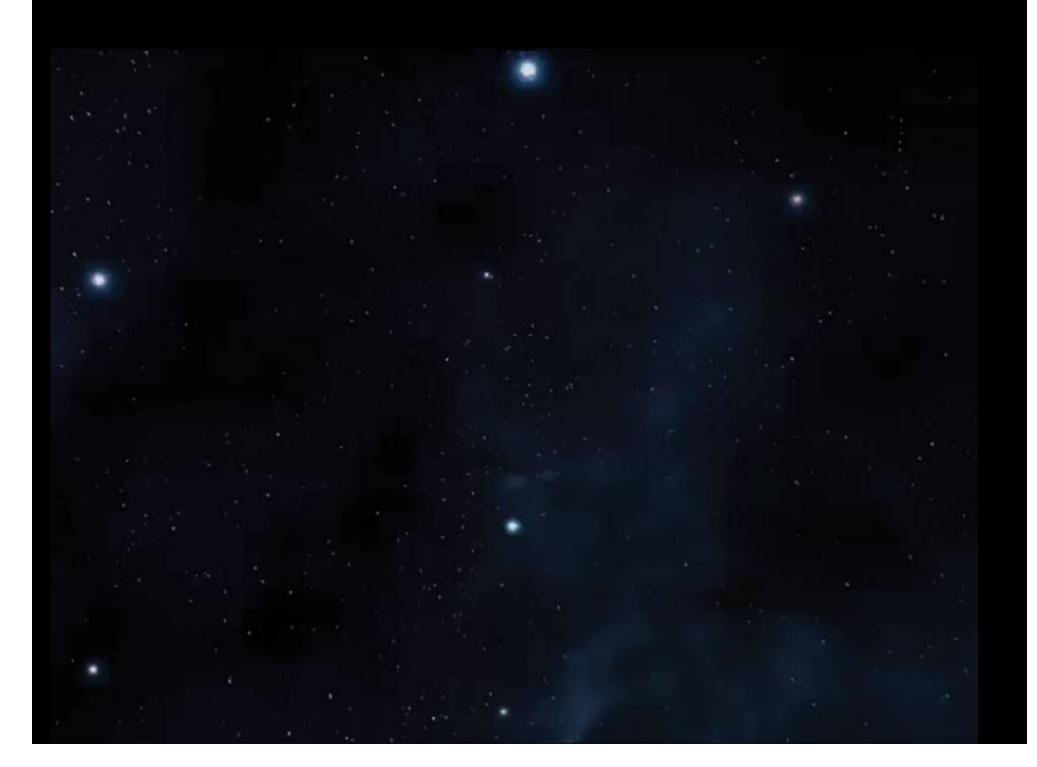


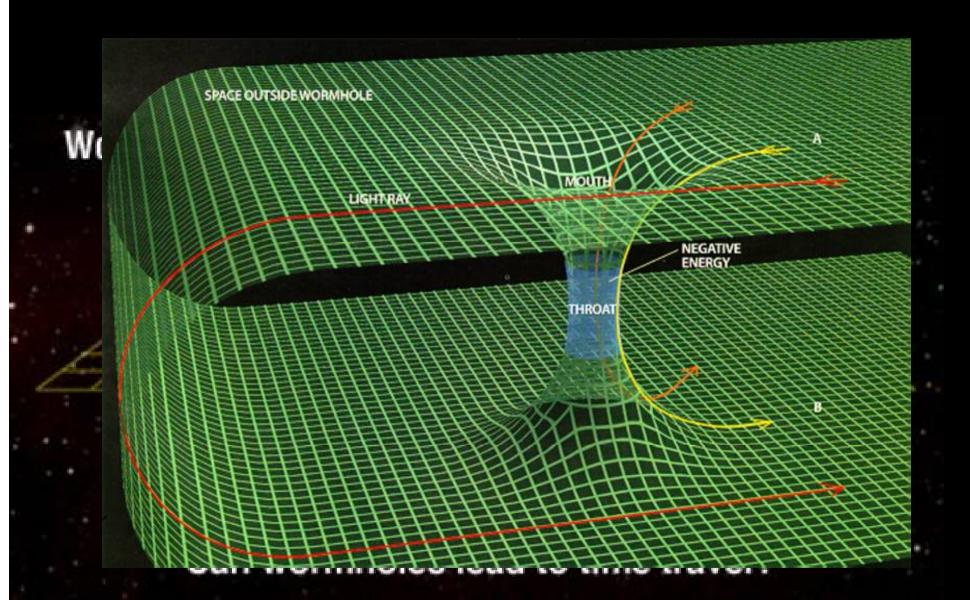


Wormholes are tunnels that connect two areas of space

Black hole White hole.

Can wormholes lead to time travel?







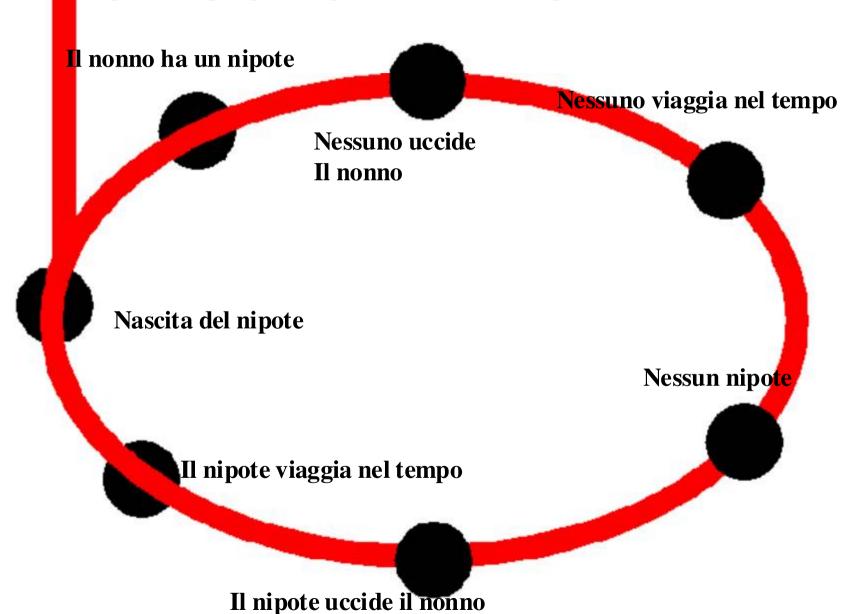
PARADOSSO TEMPORALE

Un tizio inventa una macchina del tempo e torna nel passato per uccidere suo nonno.

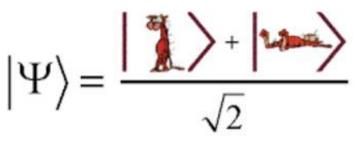
Suo nonno non avra' un figlio che non generera' piu' il nipote che non inventera' una macchina del tempo.

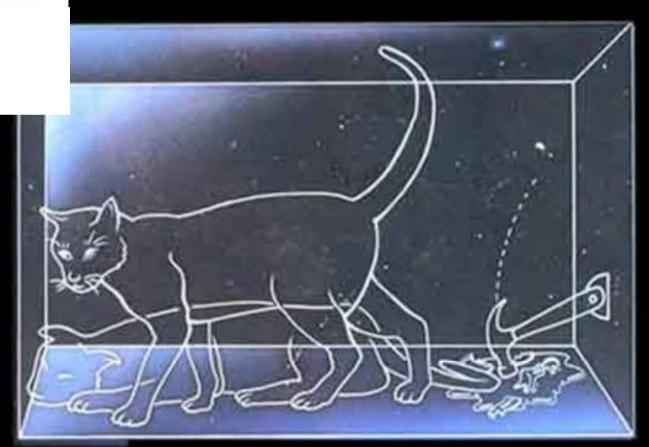
...E IL RAPPORTO CAUSA-EFFETTO?

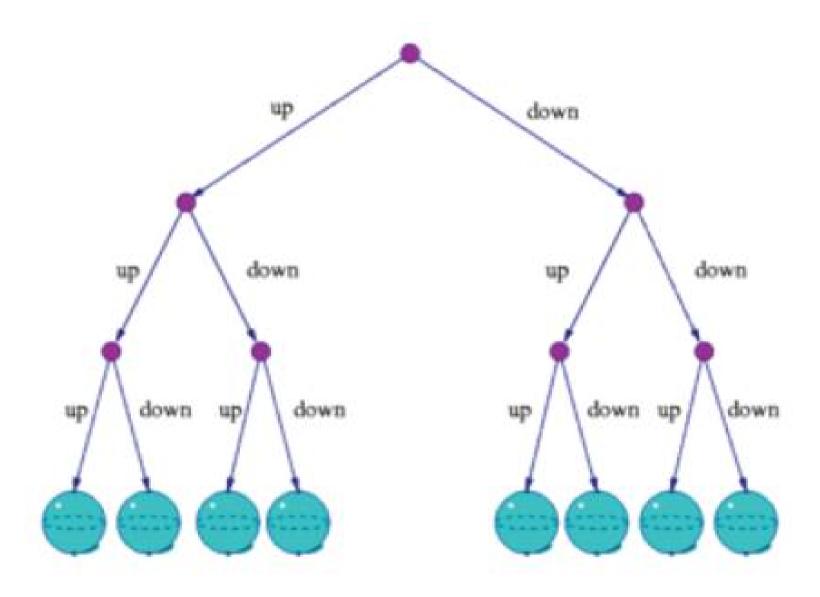
CIRCOLO TEMPORALE



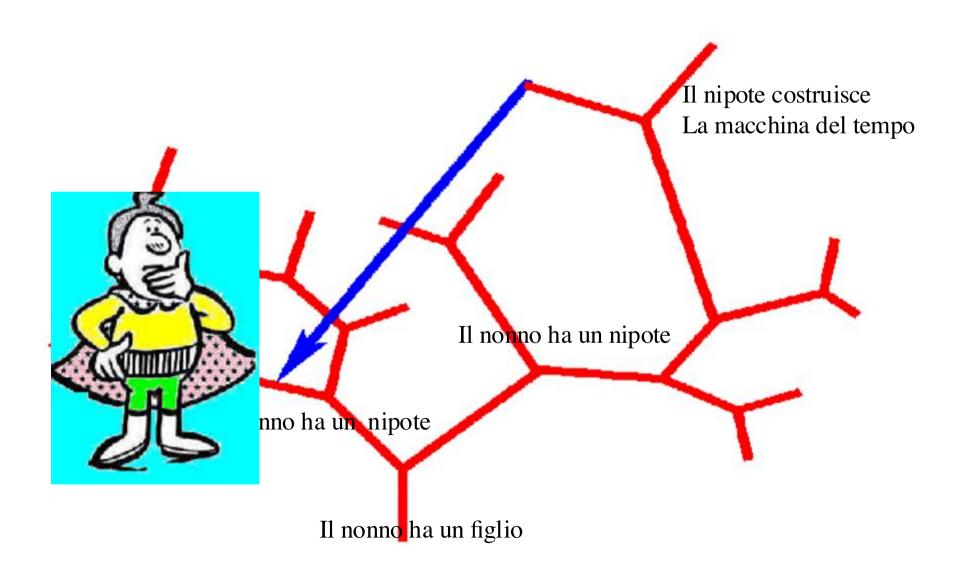
IL GATTO DI SCHROEDINGER







TEMPO E QUANTI

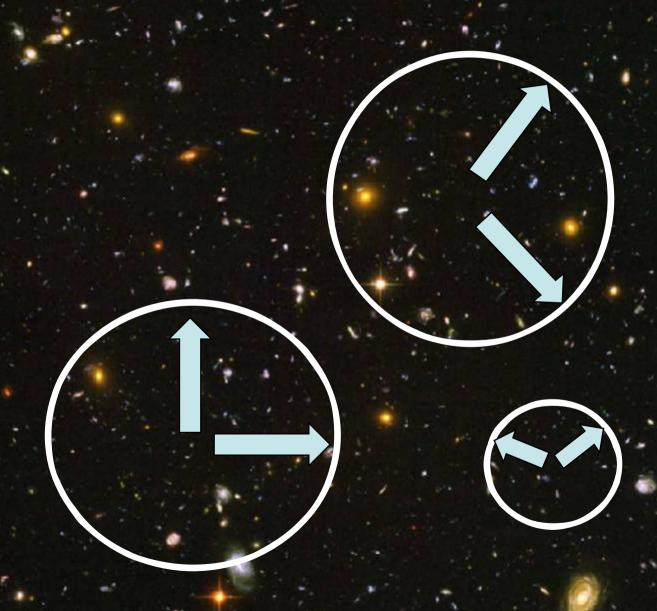


Tempo Cosmolgico

Principio Cosmologico Universo di Einstein (universo Eterno) efinito

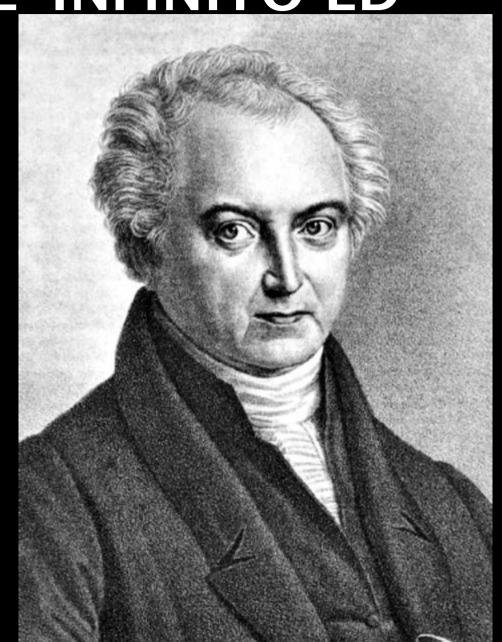
Lemaitre e Uovo cosmco

TEMPO COSMOLOGICO

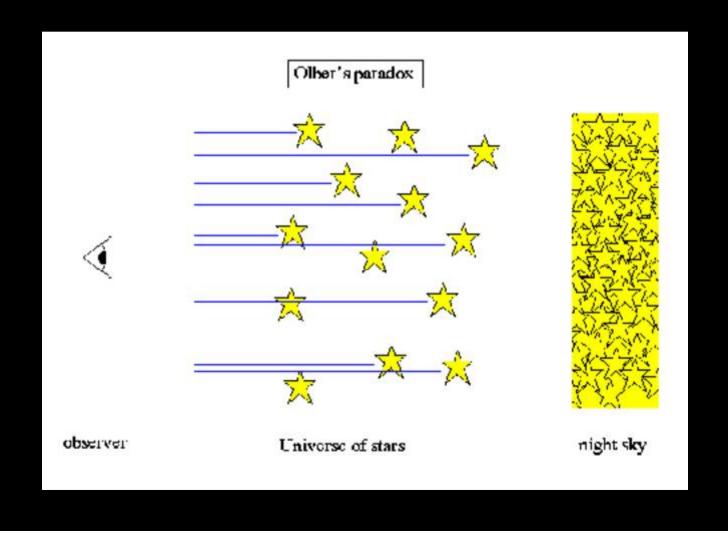


L'UNIVERSO E' INFINITO ED ETERNO

PARADOSSO DI OLBERS



L'UNIVERSO E' INFINITO ED ETERNO



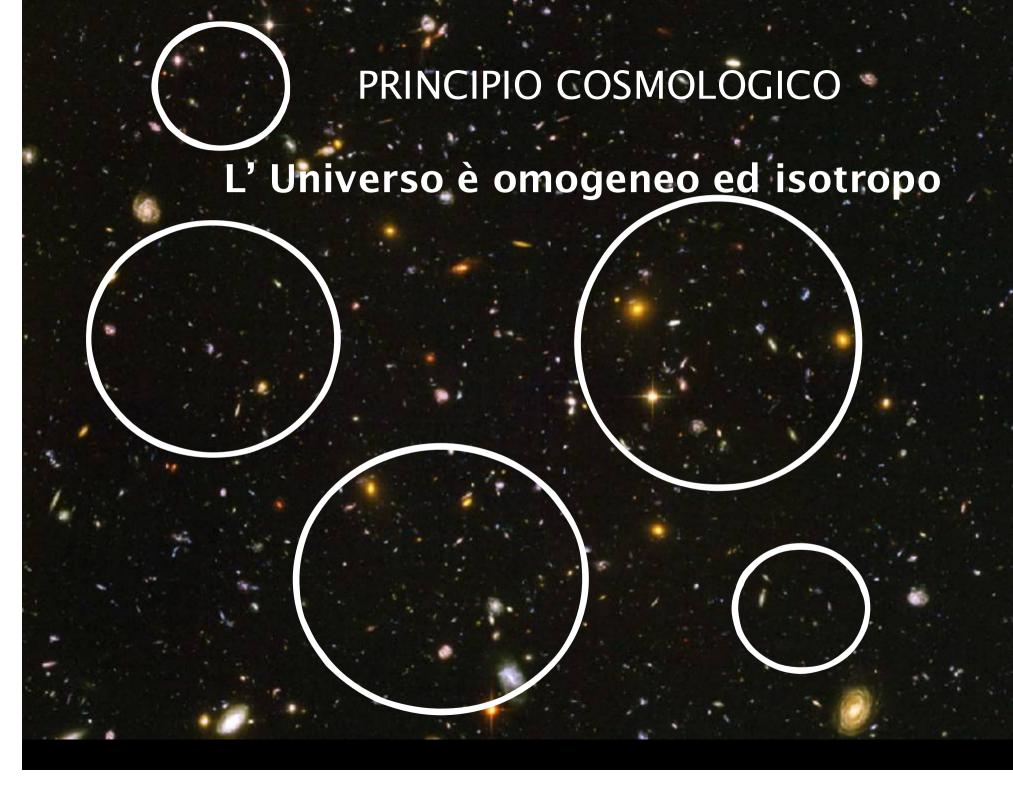
L'UNIVERSO E' INFINITO ED ETERNO



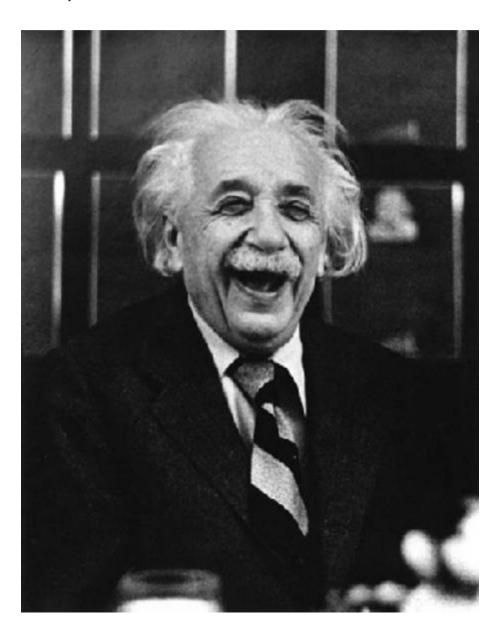
PRINCIPIO COSMOLOGICO

L' Universo è omogeneo ed isotropo

L'universo appare uguale a se stesso indipendentemente dalla posizione dell'osservatore, dalla direzione di osservazione



Universo di Einstein: Statico e finito (1917)

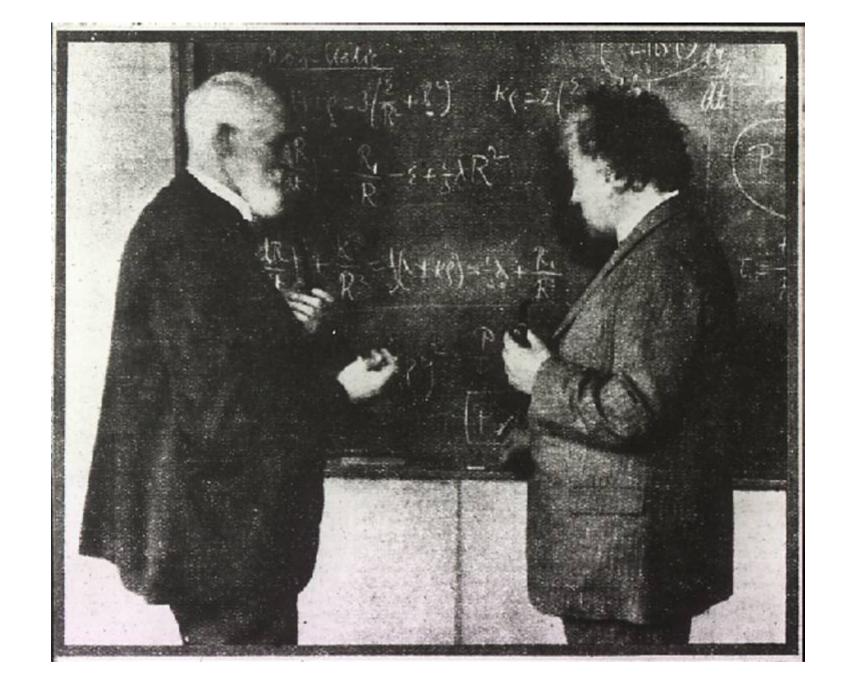


$$R_{\mu\nu} - \frac{1}{2}Rg_{\mu\nu} = 8\pi G T_{\mu\nu}$$



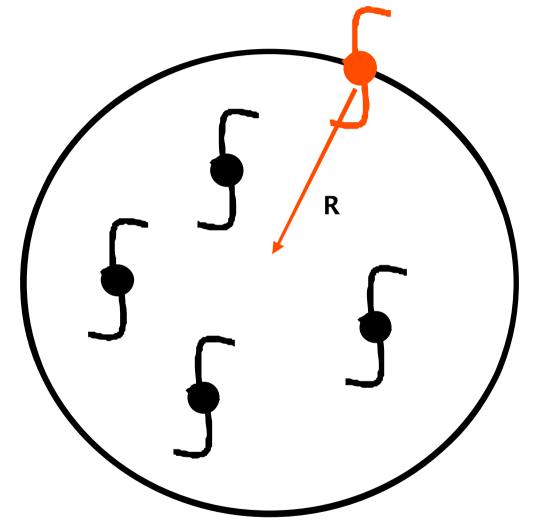
UNIVERSO INFINITO E STATICO

$$1/R = \Lambda$$

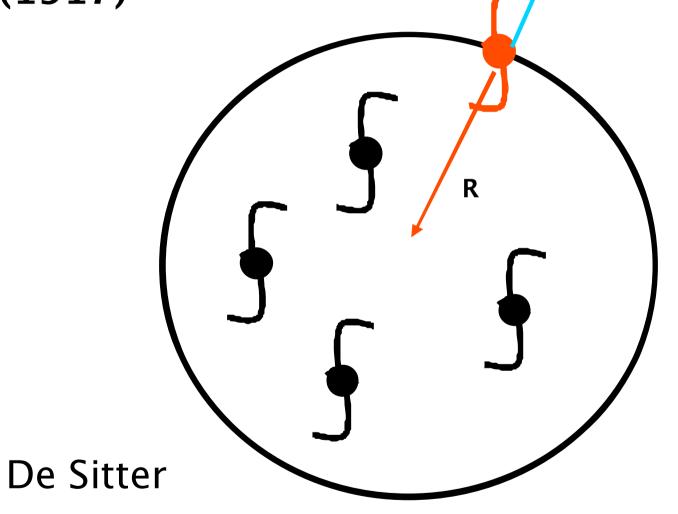


Willm De Sitter

Universo di Einstein: Statico ed finito (1917)



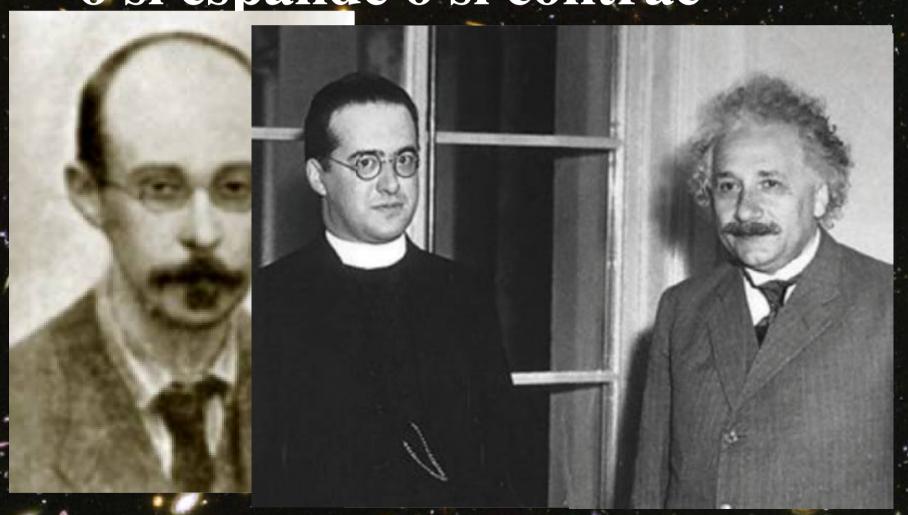
Universo di Einstein: Statico ed finito (1917)



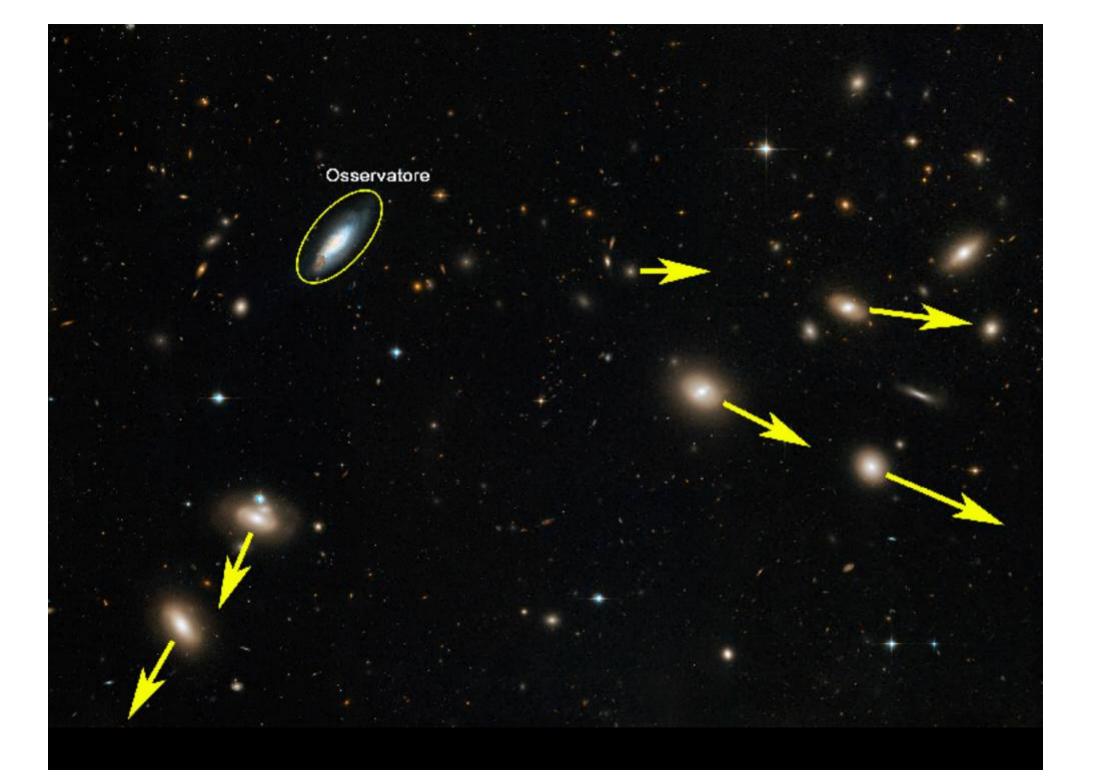
$$F/m=a=-GM/R^2=-4/3+\Lambda/3R$$

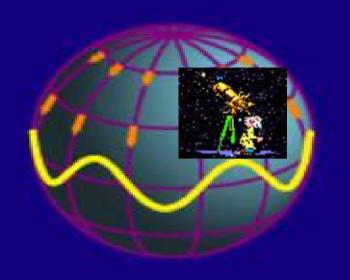
 $\pi \rho R$

Essendoci solo la forza di gravità l'universo non può essere stabile o si espande o si contrae





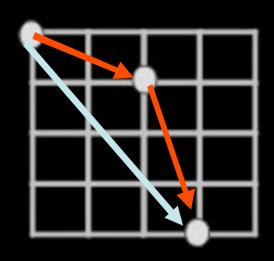


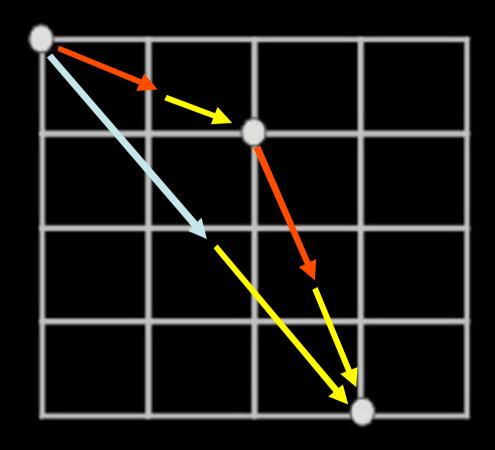


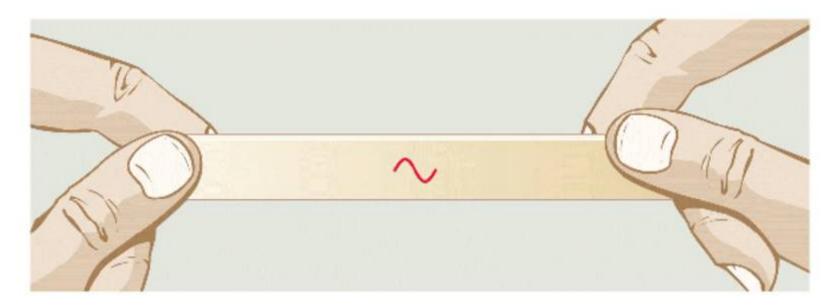


$$V = H_0 r = cz$$

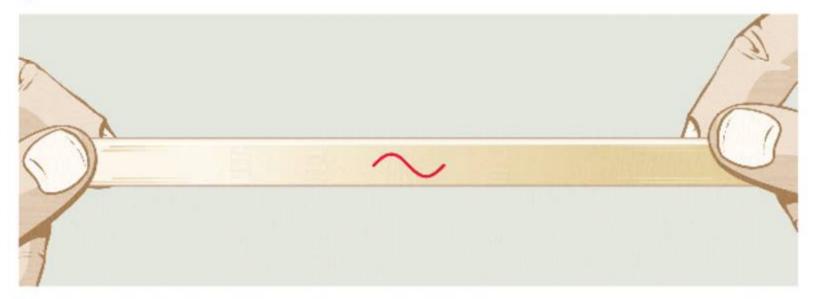
 $(H_0 = 70 \text{ km/s/Mpc} = \text{costante di Hubble})$







а



b



Gold Bondi Hoyle



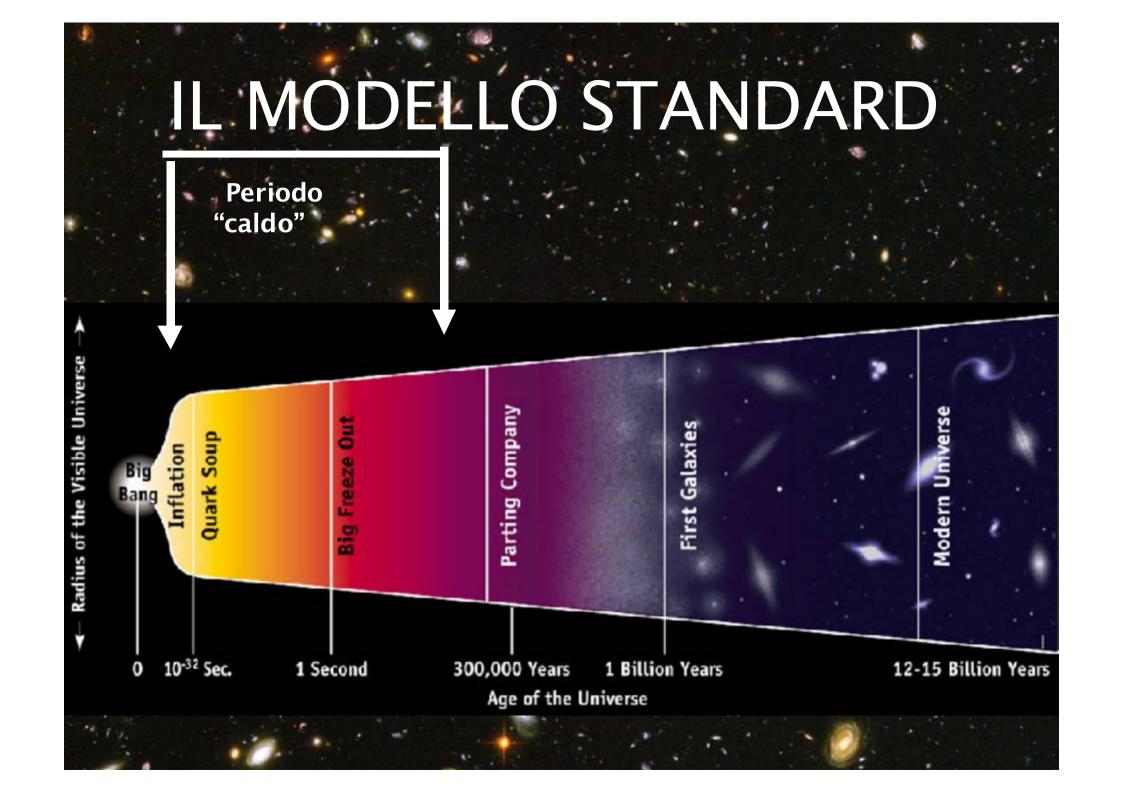
PRINCIPIO COSMOLOGICO PERFETTO

Hoyle Bondi e Gold (1948)



L'universo appare uguale a se stesso indipendentemente dalla posizione dell'osservatore, dalla direzione di osservazione

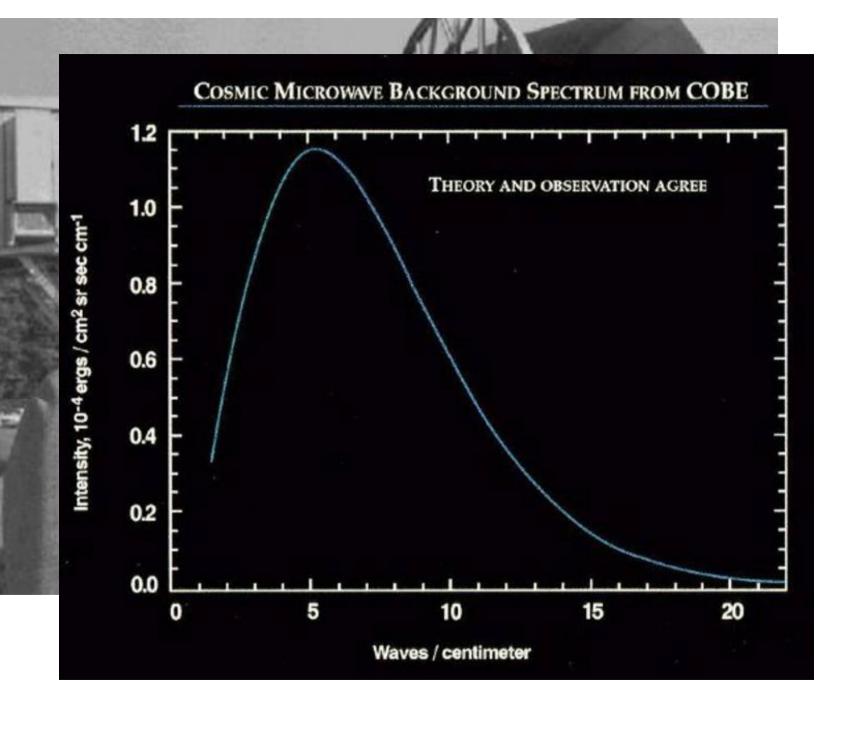
e dal tempo in cui lo si osserva

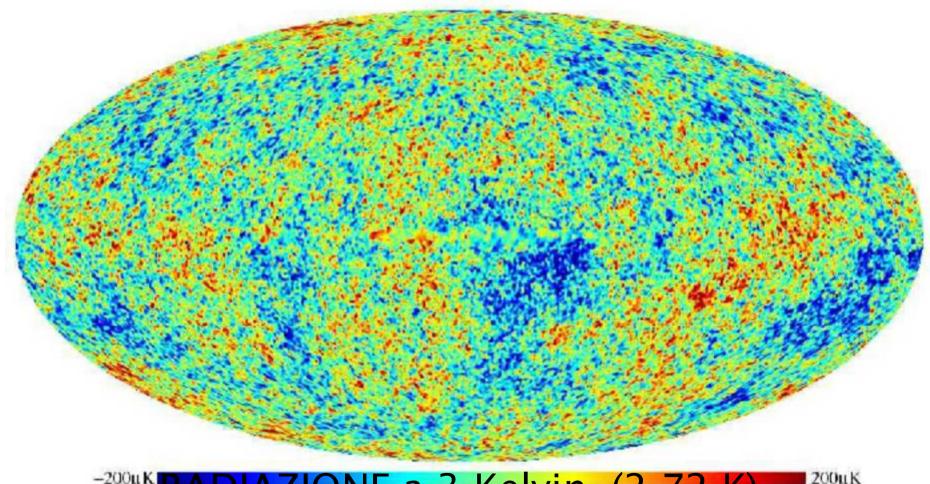


Cronologia della scoperta della CMBR

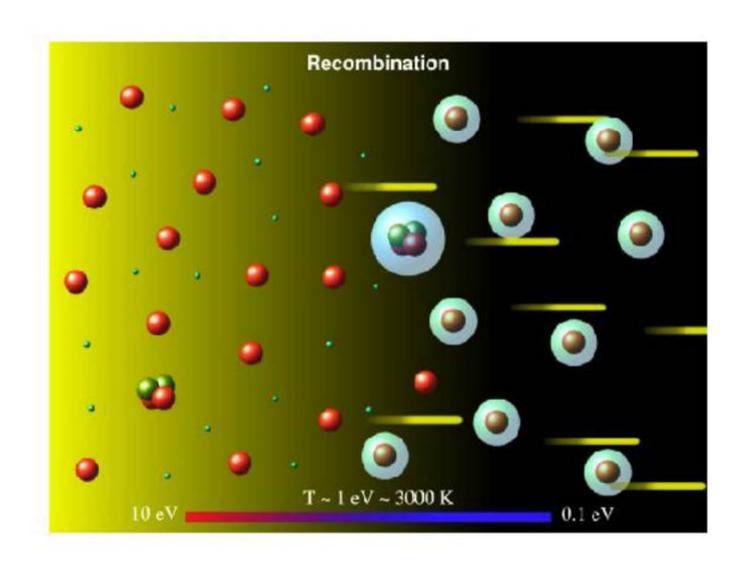
Date e persone importanti

		Date e persone importanti
1	946	Robert Dicke predisse un radiazione a microonde di fondo ad una temperatura inferiore ai 20K, ma successivamente corretta a 45K
1	946	George Gamow stimò una temperatura di 50K
1	948	Ralph Alpher e Robert Herman ricalcolarono la stima di Gamow a 5K.
1	949	Alpher e Herman modificarono la loro stima a 28K.
7/12	nni 30	Robert Dicke cambiò la sua stima della temperatura a 40K
1	964	A. G. Doroshkevich e Igor Novikov pubblicarono un articolo in cui affermarono che il segnale di CMBR è rilevabile
	nni 80	Arno Penzias e Robert Woodrow Wilson misurarono una temperatura di circa 3 K



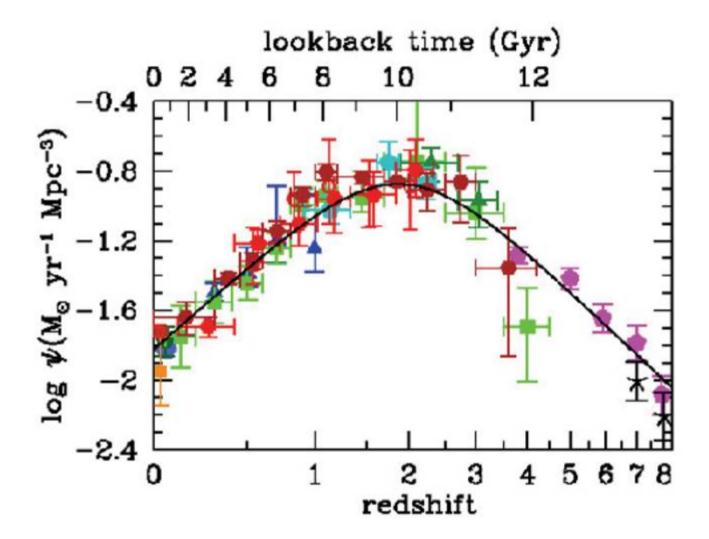


Emessa 379.000 anni dopo il Big Bang Quando T=3000 Kelvin



L'UNIVERSO STA INVECCHIANDO

- ==inquinato da elementi pesanti
- ==si spegne la formazione stellare
- ==aumentano i buchi neri, stelle di neutroni, nane bianche



FINE

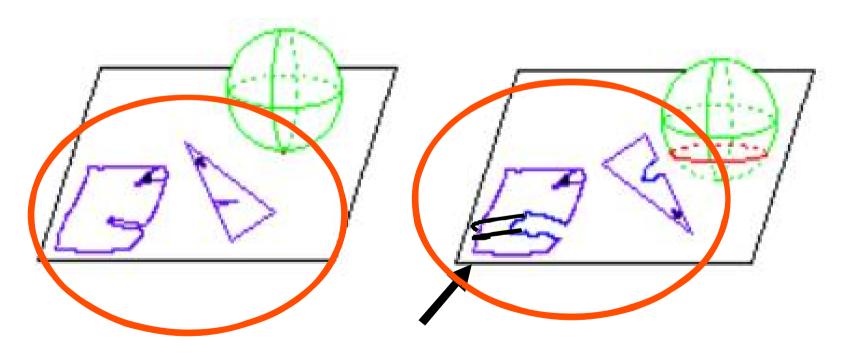
Edwin Abbott Abbott (1838-1926)



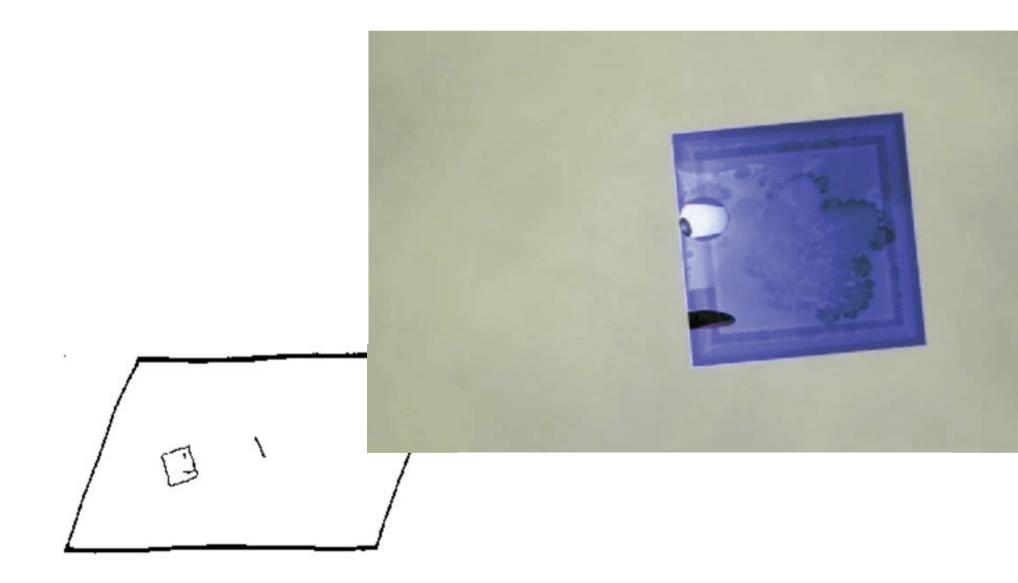
Flatlandia (1884): storia di A. Square

Flatlandia

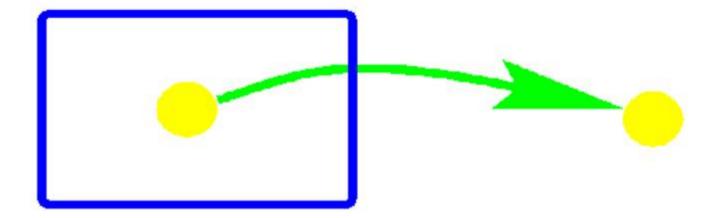
Guardarsi negli occhi (simmetrie): (i sinistrorsi ed i destrorsi)



NOTA: PROBLEMI DIGESTIVI

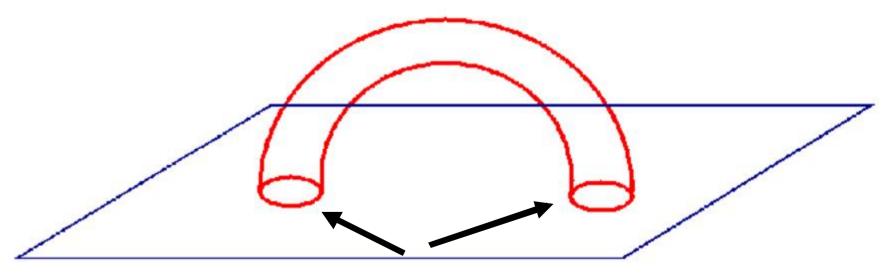


Da due a tre dimensioni



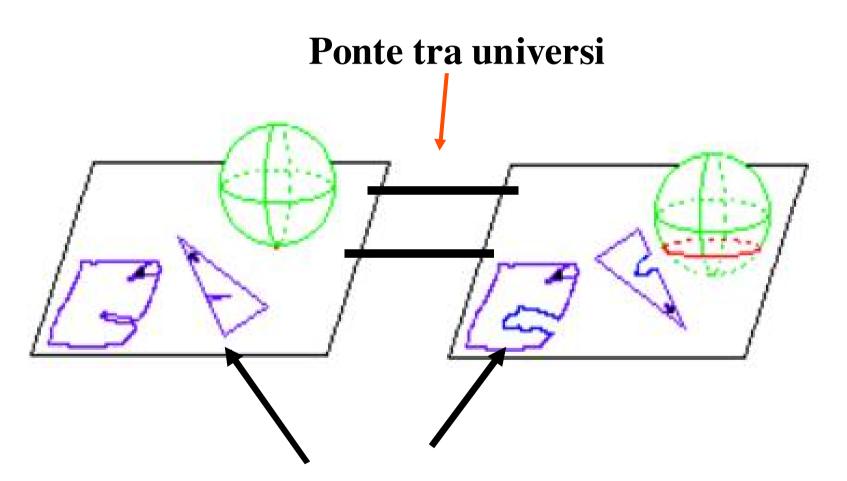
Cassaforte bidimensionale

Furto tridimensionale



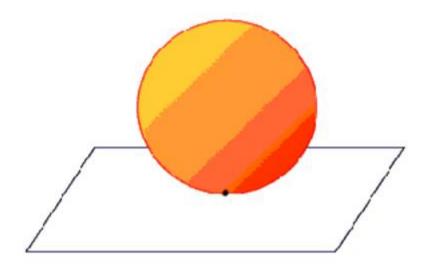
Moltiplicazione dimensionale

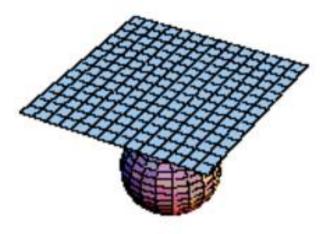
Flatlandia

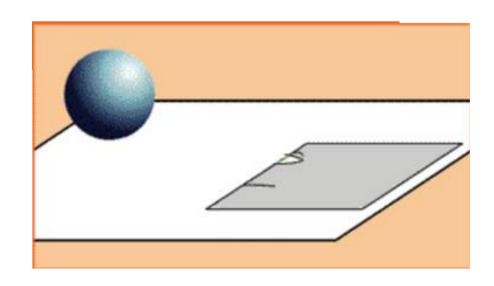


SONO DUE UNIVERSI PARALLELI

Incursione da altre dimensioni







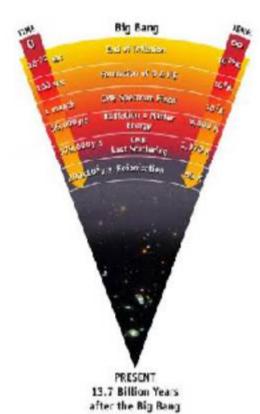
Incursione dalla 4 dimensione

La settimana

https://www.youtube.com/watch?v=j6T1Glvetss

https://www.timeanddate.com/calendar/days/7-days-week.html



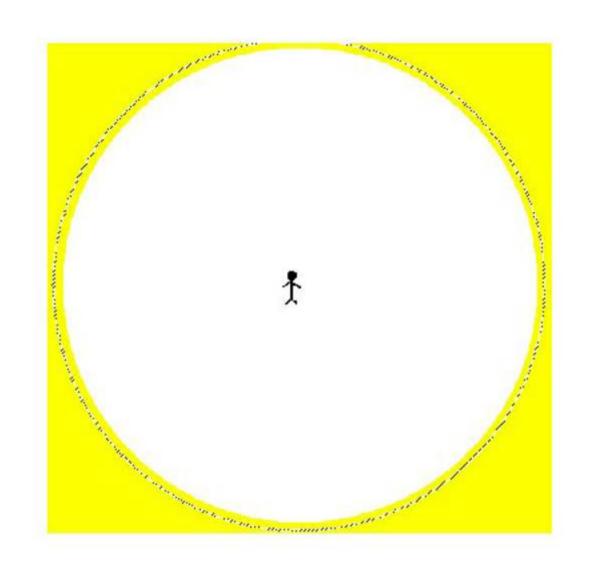


The cosmic microwave background Fadiation's "surface of less scatter" is analogous to the light coming through the clouds to our you an actually day. We can only see the surface of the cloud where light was last scattered



light coming through the clouds to our eye on a cloudy day.



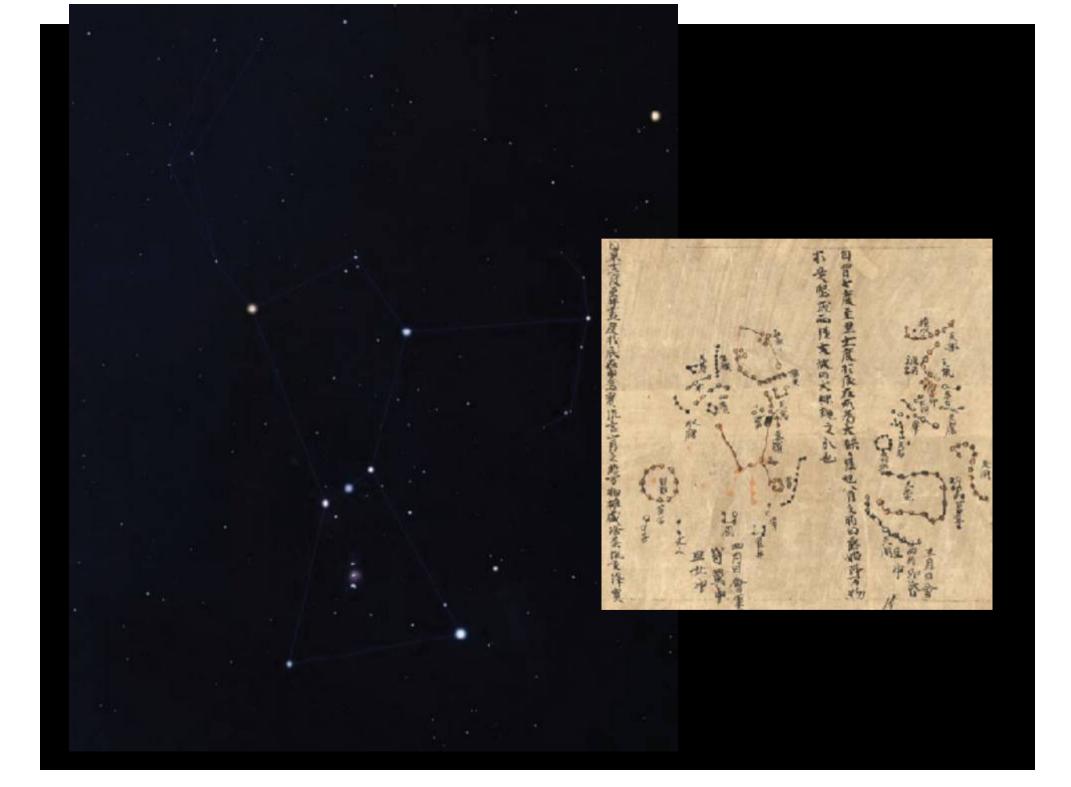






Coppelle Roccabruna (CN) (costellazione del Perseo) 2500 a.C.







Macchina di Antikythera 150-100 a.C.



TEMPO ASTRONOMICO

- ==giorno e divisione in 24 ore
- ==mese e sua suddivisione
- ==anno e suoi problemi



- 24 hours are divided into two parts a day lasting 12 hours and a night lasting
 12 hours
- 1 hour contains 60 minutes, which also have 60 seconds each.
- Each second is then divided into 1000 milliseconds.

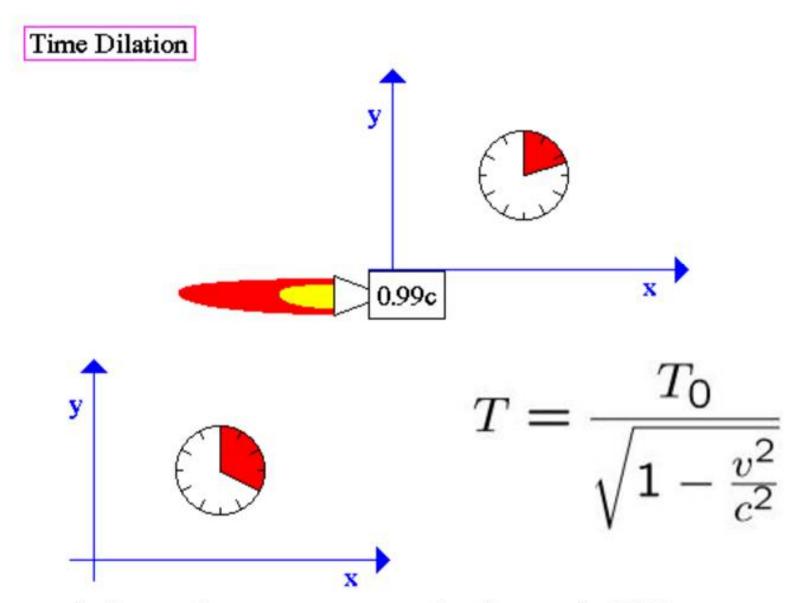
https://www.scienceabc.com/eyeopeners/why-are-there-24-hours-in-a-day-and-60-minutes-in-an-hour.html





https://wonderopolis.org/wonder/ why-dont-all-months-have-thesame-number-of-days

> https://www.reddit.com/r/ explainlikeimfive/comments/1u7znz/ why_do_months_have_different_numbe r_of_days/



clocks run slower as one approaches the speed of light

PARADOSSO DEI GEMELLI

$$T = \frac{T_0}{\sqrt{1 - \frac{v^2}{c^2}}}$$



PARADOSSO DEI GEMELLEARS

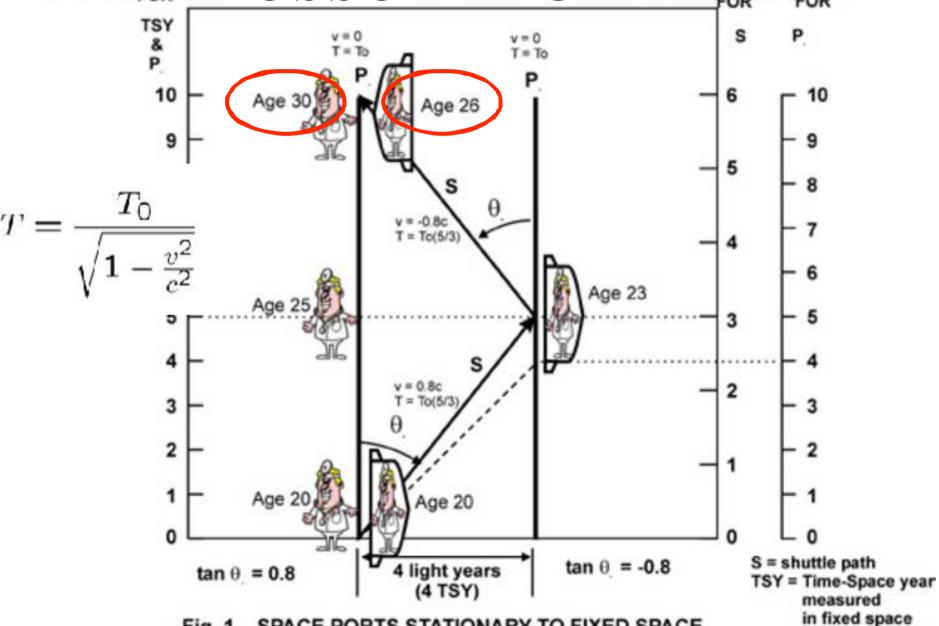


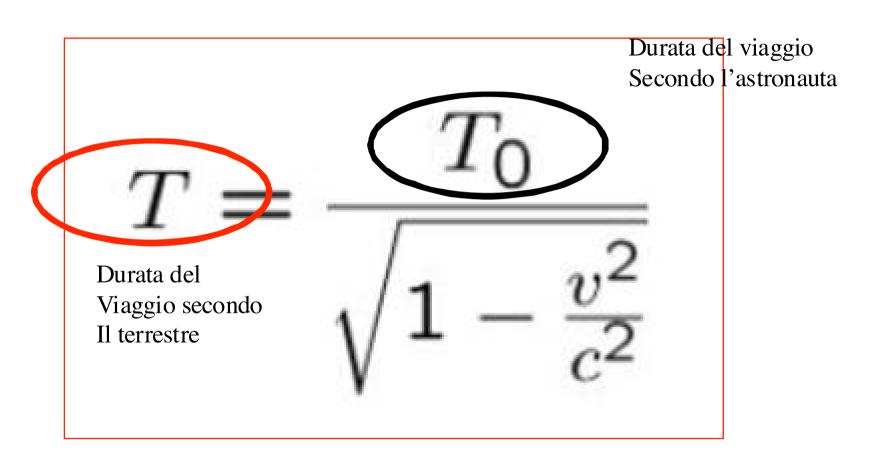
Fig. 1 SPACE PORTS STATIONARY TO FIXED SPACE

Un astronauta viaggia alla velocita' di 240.000 km/s (864 milioni di km/h) per dieci anni (della Terra)

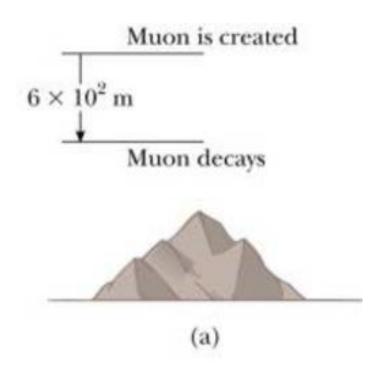
I due gemelli alla partenza hanno 20 anni.

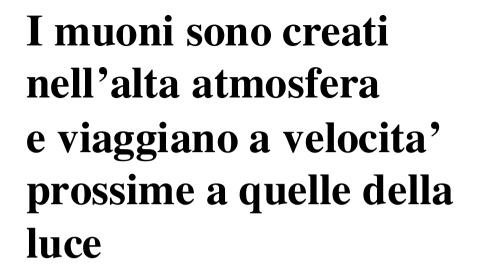
Quindi al ritorno dell'astronauta il gemello rimasto sulla Terra avra' 30 anni mentre quello nello spazio avra' 26 anni.

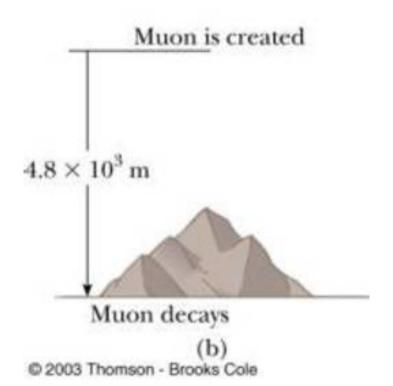
240.000 km/s e' 80% (0.8) della velocita' della luce



$$T = 1.67 T0$$
 oppure $T/0.6 = T0$







I loro "orologi" sono 10 volte piu' lenti

$$T = \frac{T_0}{\sqrt{1 - \frac{v^2}{c^2}}}$$

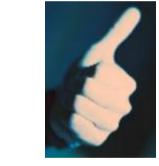
ENGLISH

Distances were defined by the <u>King's body</u> features

Yard = circumference of his waist

Inch = distance between the knuckles of his thumb

Foot = length of his foot



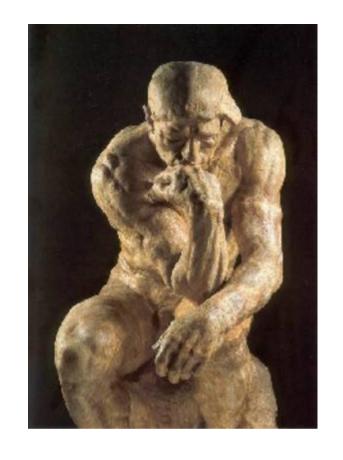
Acre: The amount of land your ox could plow from sunrise to sunset.

Hand: King Henry VIII said that i

4 inches.







Confondere il modello con la realta' e' come andare al ristorante e mangiare il menu



Abbiamo un solo Universo E non lo abbiamo tutto

Il calcolo dei giorni del mese dalle Calende può essere fatto utilizzando i seguenti versetti:

Principium mensis cujusque vocato kalendas:

Sex Maius nonas, October, Julius, et Mars;

Quattuor at reliqui: dabit idus quidlibet octo.

Il primo giorno è chiamato il *calende*; sei giorni dopo è la *nùndine* di maggio, ottobre, luglio e marzo; quattro giorni dopo per i mesi rimanenti; e le *ide* sono otto giorni dopo.^[2]