

Sistema CRIDA

Ciclo di incontri divulgativi di astronomia
Infinitamente lontano L'UNIVERSO

Breve storia del Cosmo, dal Big Bang al suo oblio.
 Esopianeti... C'è qualcuno, là fuori?

Foto: NASA, ESA, Hubble Space Telescope

La nascita dell'Universo

Come siamo arrivati al Big Bang

«L'essenza della teoria del Big Bang sta nel fatto che l'Universo si sta espandendo e raffreddando. Lei noterà che non ho detto nulla riguardo ad una "esplosione". La teoria del Big Bang descrive come il nostro universo evolve, non come esso iniziò.»

1949 James Edwin Hubble, 201 - foto: combridge

Lo spettro

Una luce bianca che attraversa un prisma crea un arcobaleno artificiale: **uno spettro**.

...solidi incandescenti o un gas molto denso e caldo producono uno **spettro continuo**

...osservato attraverso un gas caldo o basso denso produce uno spettro con righe brillanti ed emissione

...osservato attraverso un gas più freddo o basso denso produce uno spettro continuo con righe scure di assorbimento (SRL)

Elemento chimico <-> serie di righe spettrali

01/08/2013 Universo: dal Big Bang all'oggi. Espansione e in contrazione - Paolo Bonini 3

Il red-shift

Vesto Melvin Slipher

Foto dello spettro prodotta da Slipher

Righe di assorbimento spostate verso il rosso

Galassia vicina (usata come riferimento)

Oggetti lontani mostrano, in genere, uno spostamento verso il rosso (**red-shift**) maggiore

Qual è il motivo?

01/08/2013 Universo: dal Big Bang all'oggi. Espansione e in contrazione - Paolo Bonini 4

Cosa altera lo spettro?... l'Effetto Doppler

01/08/2013 Universo: dal Big Bang all'oggi. Espansione e in contrazione - Paolo Bonini 5

L'Universo si espande...

Edwin Hubble, 1929

Il Cosmo è un tessuto tirato in tutte le direzioni che allontana tra loro i segni dipinti sulla sua superficie.

Le galassie non si muovono, è lo spazio che si espande
 Lo spazio tra l'oggetto e l'osservatore si sta espandendo

01/08/2013 Universo: dal Big Bang all'oggi. Espansione e in contrazione - Paolo Bonini 6

... e nasce la teoria del Big Bang

Esplorazione gravitazionale

Tempo

X

Y

Singolarità

- Il Big Bang ha creato lo spazio
- È avvenuto ovunque
- Non esiste il centro dell'Universo

01/08/2013 Universo: dal Big Bang all'oggi. Espansione e in contrazione - Paolo Bonini 7

Riusciamo a immaginarlo?

01/08/2013 Universo: dal Big Bang all'oggi. Espansione e in contrazione - Paolo Bonini 8

Quando è avvenuto?

Edwin Hubble:

- Due oggetti si allontanano con velocità proporzionale alla loro distanza
- Il **fattore di proporzionalità** è finito

Costante di Hubble $H_0 = 74,2 \pm 3,6 \text{ km s}^{-1} \text{ Mpc}$

Un oggetto distante da noi M megaparsec si allontana con una velocità pari a $v_{rec} = M \times H_0 \text{ km sec}^{-1}$

$T_{BB} = 13,7$ miliardi di anni ≈ 200 milioni di anni

Accetto il Big Bang \Leftrightarrow accetto l'impossibilità di conoscere cos'è accaduto prima $\approx 5,391 \times 10^{44}$ s dopo il Big Bang (**Tempo di Planck**)

$1 \text{ parsec} = 3,26 \text{ AL} = 3,0856825 \times 10^{16} \text{ metri}$ $1 \text{ Mpc} = 1 \text{ milione di parsec}$

01/08/2013 Universo: dal Big Bang all'oggi. Espansione e in contrazione - Paolo Bonini 9

Nascita dell'Universo: molteplici teorie – 1

Big Bang, l'ipotesi maggiormente accreditata

- Singolarità, in contrasto con tutte le leggi fisiche note
- Teoria della Gravità Quantistica

01/08/2013 Universo, dal Big Bang al nostro. Esperimenti e teorie - Paolo Bonaiuti 10

Nascita dell'Universo: molteplici teorie – 2

Teoria dell'inflazione caotica

- Sorto dal **nulla** (fisico) a causa di un'anomalia quantistica
- Particelle e antiparticelle (ordinarie o esotiche) in eterna **annichilazione**
- **materia** prevale sull'**antimateria** → nascita dello spazio-tempo

Multiversi
 Molteplici universi si espandono come bolle a partire dal proprio Big Bang
 Teoria sostanzialmente metafisica
 la fisica non potrà mai accertare l'esistenza di infiniti universi

01/08/2013 Universo, dal Big Bang al nostro. Esperimenti e teorie - Paolo Bonaiuti 11

Nascita dell'Universo: molteplici teorie – 3

01/08/2013 Universo, dal Big Bang al nostro. Esperimenti e teorie - Paolo Bonaiuti 12

Nascita dell'Universo: molteplici teorie – 3

01/08/2013 Universo, dal Big Bang al nostro. Esperimenti e teorie - Paolo Bonaiuti 13

Nascita dell'Universo: molteplici teorie – 3

Il modello ekpirotico («nato dal fuoco»)

M-teoria
 comprende molto di più che le sole stringhe.
 permette l'esistenza di oggetti definiti **p-brane**.
p è il numero di dimensioni proprie di ciascuna brana

un oggetto 1-brane è una stringa
 un oggetto 2-brane è una membrana.
 un sottile foglio a quattro dimensioni (tre spaziali più il tempo)

01/08/2013 Universo, dal Big Bang al nostro. Esperimenti e teorie - Paolo Bonaiuti 14

Nascita dell'Universo: molteplici teorie – 3

Il Big Bang è il risultato di una collisione tra brane.
 Neil Turok, Università di Cambridge – 2001
 Paul Steinhardt, Università di Princeton – 2001
 Lo scotto sopra il tempo dell'universo e lo rigenera?

01/08/2013 Universo, dal Big Bang al nostro. Esperimenti e teorie - Paolo Bonaiuti 15

La nascita dell'Universo

La ricerca delle prove.
 Il dettaglio evolutivo.

1 – La radiazione cosmica di fondo

CMBR - Cosmic Microwave Background Radiation

Scoperta casuale (temperatura di radiazione scoperta)

- Dicke e Peebles (teoria del rimescolamento)
- 1964 - Penzias/Wilson (Noise)

01/08/2013 Universo, dal Big Bang al nostro. Esperimenti e teorie - Paolo Bonaiuti 17

CMBR: come la vediamo

Immagine sbiancata dei dati acquisiti dal
 Wilkinson Microwave Anisotropy Probe (WMAP)
 (missione NASA/ESA)

01/08/2013 Universo, dal Big Bang al nostro. Esperimenti e teorie - Paolo Bonaiuti 18

2 – Massiccia presenza di Elio

Costituisce circa il 25% del gas interstellare
Non può derivare soltanto dai processi di fusione nucleare

Può essere stato generato solo nei primi minuti / ore dopo la nascita dello spazio-tempo, quando la temperatura era ancora di molti milioni di gradi.

01/08/2013 Universo dal Big Bang al presente: Esperimenti e teorie - Paolo Bonini 19

La linea temporale ed il dettaglio evolutivo

Linea di matematica (da 400 mila anni)

era oscura

sviluppo di galassie, pianeti, ecc.

espansione accelerata dell'energia oscura

Inflazione

Quantum Fluctuation Fluttuazioni quantistiche

prima stella da circa 400 milioni di anni

espansione dal Big Bang 13,7 miliardi di anni

WMAP

01/08/2013 Universo dal Big Bang al presente: Esperimenti e teorie - Paolo Bonini 20

Le strutture dell'Universo

Galassie,
gli universi isola

Galassie: universi isola...
...ma solo dal 1925!

Edwin Hubble, grazie a...

Henrietta Leavitt
distanze cosmologiche
relazione $m \leftrightarrow d$

Vesto Melvin Slipher
rotazione delle galassie:

01/08/2013 Universo dal Big Bang al presente: Esperimenti e teorie - Paolo Bonini 21

Galassie: come sono nate?

Addestramenti di materia

Cannibalismo e accrescimento

Z... Indica il red-shift.

Z alti = distanze elevate ma anche eventi lontani nel tempo

01/08/2013 Universo dal Big Bang al presente: Esperimenti e teorie - Paolo Bonini 22

M104 – Sombrero

19 Mp
61,9 Mal

01/08/2013 Universo dal Big Bang al presente: Esperimenti e teorie - Paolo Bonini 24

M31 – Andromeda

889 kpc
2,9 Mal

01/08/2013 Universo dal Big Bang al presente: Esperimenti e teorie - Paolo Bonini 23

M33 – Spirale del Triangolo

942 kpc
3,07 Mal

01/08/2013 Universo dal Big Bang al presente: Esperimenti e teorie - Paolo Bonini 25

Gruppo di M87 – Ellittiche

01/08/2013 Universo dal Big Bang al presente: Esperimenti e teorie - Paolo Bonini 27

Galassie: scontri tra titani

Galassia irregolare

01/08/2013 Universo...dal Big Bang al suo inizio...Erasmo...e via...Pavolo... 28

Dove siamo, noi?

Via Lattea

01/08/2013 Universo...dal Big Bang al suo inizio...Erasmo...e via...Pavolo... 29

La distribuzione delle galassie

01/08/2013 Universo...dal Big Bang al suo inizio...Erasmo...e via...Pavolo... 30

La Catena di Markarian

01/08/2013 Universo...dal Big Bang al suo inizio...Erasmo...e via...Pavolo... 31

Composizione dell'Universo

Il lato oscuro del cosmo

Sorpresa... L'Universo è oscuro!

75% DARK ENERGY

21% DARK MATTER

4% NORMAL MATTER

Varie misurazioni...
...dati simili

- altri piccoli: 0,2%
- lunari: 0,5%
- stelle: 0,2%
- galassie: 0,5%
- energia oscura: 68%
- normali materia: 29%
- energia oscura: 68%

01/08/2013 Universo...dal Big Bang al suo inizio...Erasmo...e via...Pavolo... 32

Materia oscura... Evidenze?

Diversi ed insoliti forme ripetute di galassie lontane, stiamo ad indicare che l'ammasso è una potente **lente gravitazionale**

Massa globale insufficiente

Ammasso di Galassie ClO24+17

01/08/2013 Universo...dal Big Bang al suo inizio...Erasmo...e via...Pavolo... 34

Materia oscura... Evidenze?

Diversi ed insoliti forme ripetute di galassie lontane, stiamo ad indicare che l'ammasso è una potente **lente gravitazionale**

Massa globale insufficiente

Proprio la ripetuta distorsione delle spirali e tonni galassie blu su tutta l'immagine indica l'esistenza di un anello di materia oscura

Ammasso di Galassie ClO24+17

01/08/2013 Universo...dal Big Bang al suo inizio...Erasmo...e via...Pavolo... 35

Universo finito o infinito?

La ricerca dei limiti

La velocità della luce è il limite!

L'Universo osservabile è finito a causa della velocità della luce.
L'orizzonte cosmico si trova a 13,7 miliardi di anni luce di distanza

Nel tempo trascorso affinché la luce sia arrivata fino a noi, questo bordo ha continuato ad espandersi...

Non si può dire a priori se l'Universo sia finito o infinito in *dimensione e in volume*

01/08/2013 Universo, dal Big Bang al buio: Espansione e accelerazione - Paolo Bonin 37

L'oblio dell'Universo

Speculazioni teoriche o ipotesi plausibili?

01/08/2013 Universo, dal Big Bang al buio: Espansione e accelerazione - Paolo Bonin 38

La morte termica (o entropica)

Il grande congelamento
Tra oltre 10^{14} anni (un milione di miliardi)
Non ci sarà più energia libera - paradigma del lingotto

Scenario più probabile all'attuale tasso di espansione

Fine dell'attività e genesi stellare

L'universo diverrà opaco

Evaporazione delle galassie
Residui stellari vagheranno nello spazio.

Evaporazione dei buchi neri
Radiazione Hawking.

Si giungerà ad un eventuale equilibrio termodinamico ?

01/08/2013 Universo, dal Big Bang al buio: Espansione e accelerazione - Paolo Bonin 39

Il Grande Collasso - *Big Crunch*

Oltre i 100 miliardi di anni

Densità d'energia dell'energia oscura

Universo chiuso
Espansione regressiva dell' Λ
Contrazione e stato estremo

Teoria dell'universo oscillante - **Big Bounce** grande rimbalzo

Teoria della Gravità Q quantistica (Gambini & Veneziano)

La differenza la farà l'energia oscura

01/08/2013 Universo, dal Big Bang al buio: Espansione e accelerazione - Paolo Bonin 40

Il Grande Strappo - *Big Rip*

Oltre i 200 miliardi di anni

Solo se la densità d'energia dell'energia oscura incrementa senza limiti

Illimitato aumento del tasso d'espansione dell'universo

Sistemi a tenuta gravitazionale lacerati
*ammassi di galassie
singole galassie
sistemi solari*

Possibile lacerazione dei nuclei atomici
Dissoluzione dell'universo

01/08/2013 Universo, dal Big Bang al buio: Espansione e accelerazione - Paolo Bonin 41

Evento di metastabilità del vuoto

Il vuoto è lo stato a minore energia?

Falso vuoto

L'universo collassa in uno stato a minore energia
Disastro della metastabilità del vuoto

Cambio radicale del nostro universo
Costanti fisiche con valori diversi
Alterazione delle basi della materia
Distruzione di tutte le strutture

01/08/2013 Universo, dal Big Bang al buio: Espansione e accelerazione - Paolo Bonin 42

Infiniti mondi, infinite possibilità...

C'è qualcuno, là fuori?

01/08/2013 Universo, dal Big Bang al buio: Espansione e accelerazione - Paolo Bonin 43

Esopianeti: metodi d'indagine

496 esopianeti scoperti

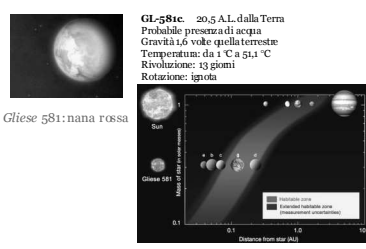
01/08/2013 Universo, dal Big Bang al buio: Espansione e accelerazione - Paolo Bonin 44

Alcuni riscontri: stella HR8799

Planet b Planet c Planet d
Star

01/08/2013 Universo, dal Big Bang al buio: Espansione e accelerazione - Paolo Bonin 45

Alcuni riscontri: Il sistema di *Gliese 581*



GL-581c 20,5 A.L. dalla Terra
 Probabile presenza di acqua
 Gravità 1,6 volte quella terrestre
 Temperatura: da 1 °C a 54 °C
 Rivoluzione: 13 giorni
 Rotazione: ignota

Gliese 581: nana rossa

01/08/2013 Universo, dal Big Bang al nanobiot. Esplorare e tu esplorerai - Paolo Bonaiuti 46

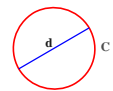
Un modello troppo antropocentrico?

- Acqua, chimica del carbonio (C) e del silicio (Si)
- Una forma di vita per forza antropomorfa?
- Organismi *estremofili*

- Comunicazione:
 - La distanza: generazioni, per scambiare un "salve!"
 - Il linguaggio: matematica e costumi universali

$$C = \pi \times d$$


$$\pi = C/d$$

$$\pi = 3,141592\dots$$


01/08/2013 Universo, dal Big Bang al nanobiot. Esplorare e tu esplorerai - Paolo Bonaiuti 47

Civiltà comunicanti

L'Equazione di Frank Drake (astronomo - 1961)



Numero delle civiltà "comunicanti" nella galassia

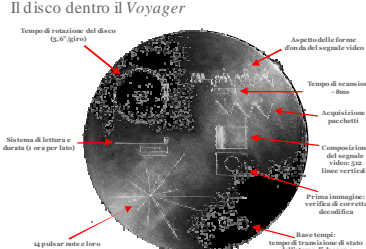
$$N = R^* \times f_p \times n_e \times \pi \times f_i \times f_c \times L$$

| | |
|-------------------------------------------------------------------------------------|----------------------------------------------------|
| $R^* = 7$ anno | nuove stelle per anno |
| $f_p = 0,5$ | 50% delle stelle hanno pianeti |
| $n_e = 2$ | 2 pianeti per stella ospitano vita |
| $f_i = 0,33$ | 1/3 di essi permette l'evoluzione della vita |
| $f_c = 0,01$ | 1/100 di essi ospita vita intelligente |
| $f_c = 0,01$ | 1/100 delle forme di vita è in grado di comunicare |
| $L = 10000$ anni | tempo in cui le civiltà tentano un contatto |
| $N = 7 \times 0,5 \times 2 \times 0,33 \times 0,01 \times 0,01 \times 10000 = 2,31$ | |

- La formula *NON* tiene conto della colonizzazione spaziale

01/08/2013 Universo, dal Big Bang al nanobiot. Esplorare e tu esplorerai - Paolo Bonaiuti 48

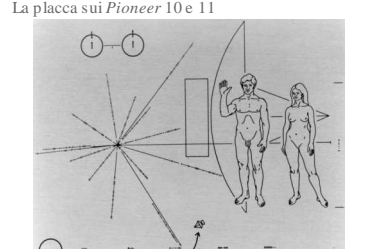
Il disco dentro il Voyager



- Tempo di rotazione del disco (24h "giorno")
- Aspetto delle forme (fun di del segnale video)
- Tempo di scansione - Run
- Acquisizione pacchetti
- Sistema di lettura e durata (a ore per lato)
- Composizione del segnale video (linee verticali)
- Prima immagine: verifica di corretta decodifica
- 14 pulsar note e loro distanza dalla Terra
- Basi tempi
- Tempo di transizione di stato dell'atomo di idrogeno

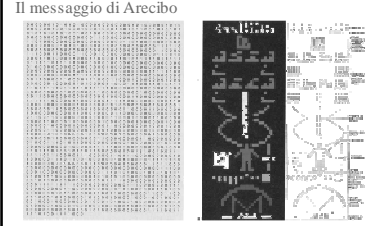
01/08/2013 Universo, dal Big Bang al nanobiot. Esplorare e tu esplorerai - Paolo Bonaiuti 49

La placca sui Pioneer 10 e 11



01/08/2013 Universo, dal Big Bang al nanobiot. Esplorare e tu esplorerai - Paolo Bonaiuti 50

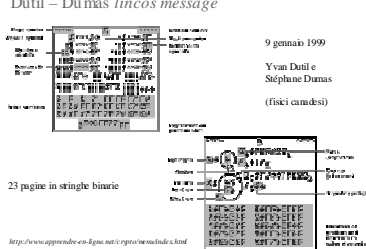
Il messaggio di Arecibo



Nel 1974, verso M13.
 1679 bit - disponibili solo su 73 righe x 23 colonne

01/08/2013 Universo, dal Big Bang al nanobiot. Esplorare e tu esplorerai - Paolo Bonaiuti 51

Dutil - Dumas *lincos message*



9 gennaio 1999
 Yvan Dutil e Stéphane Dumas
 (fisici canadesi)

23 pagine in stringhe binarie

<http://www.apprendre.ca/egpc/nd/s/egpc/vernal/index.html>

01/08/2013 Universo, dal Big Bang al nanobiot. Esplorare e tu esplorerai - Paolo Bonaiuti 52

GRAZIE PER L'ATTENZIONE



Approfondimenti sul sito
<http://astronomia.comze.com/>

01/08/2013 Universo, dal Big Bang al nanobiot. Esplorare e tu esplorerai - Paolo Bonaiuti 53