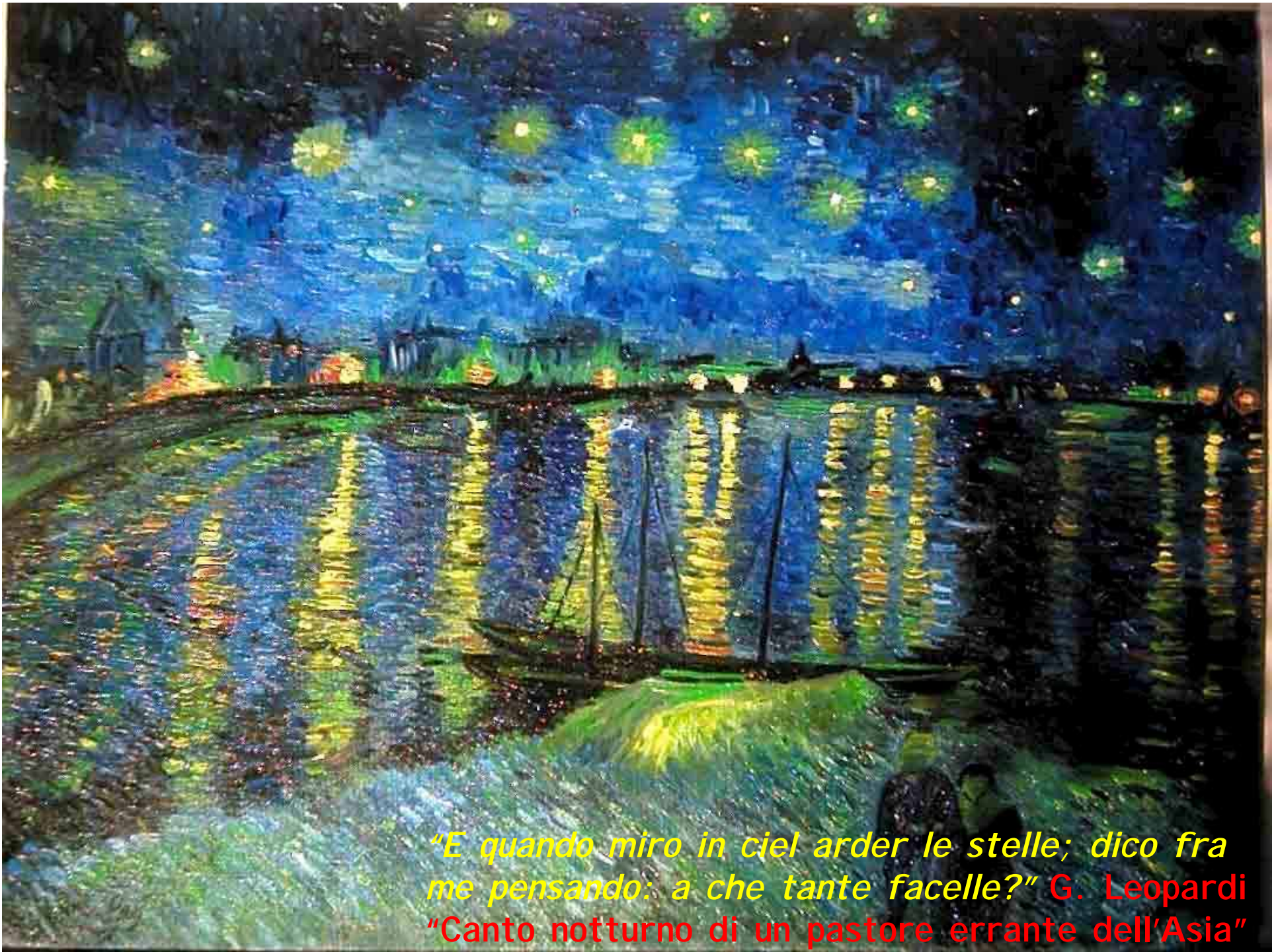


A.C.A. – Associazione Cernuschese Astrofili

IL PRINCIPIO ANTROPICO



by Andrea Grieco



*"E quando miro in ciel arder le stelle; dico fra
me pensando: a che tante facelle?" G. Leopardi
"Canto notturno di un pastore errante dell'Asia"*



IL PRINCIPIO ANTROPICO

"Sebbene la nostra posizione nell'universo non sia necessariamente centrale, e' comunque in un certo senso privilegiata" B. Carter

B. CARTER 1973 CRACOVIA AL SIMPOSIO PER IL 500° DELLA NASCITA DI COPERNICO CONIA IL TERMINE "PRINCIPIO ANTROPICO"

PRINCIPIO ANTROPICO DEBOLE (CWAP): "DOBBIAMO ESSERE PREPARATI A TENER CONTO DEL FATTO CHE LA NOSTRA POSIZIONE NELL'UNIVERSO E' NECESSARIAMENTE PRIVILEGIATA PER IL FATTO DI ESSERE COMPATIBILE CON LA NOSTRA ESISTENZA COME OSSERVATORI"

PRINCIPIO ANTROPICO FORTE (CSAP): "L'UNIVERSO (E QUINDI I PARAMETRI FONDAMENTALI DA CUI DIPENDE) DEVE ESSERE TALE DA AMMETTERE LA CREAZIONE DI OSSERVATORI AL SUO INTERNO IN UNA CERTA FASE. PARAFRASANDO CARTESIO

22.08.2006 00:18 M 101 E DINTORNI

Il campo stellare nei dintorni della galassia M 101. Oltre a M 101 (in alto al centro) sono visibili le seguenti galassie: NGC 5471 (a sinistra), NGC 5477 (sopra M 101), NGC 5473 (sopra M 101 a destra), NGC 5422 (vicino al margine destro). Localita' Point Canaves (FR), mt. 480.

Foto: somma di due pose da 12 min./posa con rifrattore StellarVue AT1010 80480 su HEQ5-PRO e Canon EOS 350D (400 ISO), guida manuale.

Autore: R.Forestello



COINCIDENZE?

LA PRESENZA DI **VITA** NELL'UNIVERSO SEMBRA DIPENDERE IN MODO ALTAMENTE CRITICO DALLE **CONDIZIONI INIZIALI**, DALLE **COSTANTI DI NATURA**, DALLE **LEGGI DELLA FISICA** E DALLA **STRUTTURA STESSA DELLO SPAZIO-TEMPO**

UN PAIO DI ESEMPI...

LO SCOSTAMENTO DI UNA PARTE SU **10^{60}** DELLA DENSITA' DI MATERIA-ENERGIA DAL VALORE CRITICO NON AVREBBE PERMESSO LA NASCITA DELLA VITA

UNA VARIAZIONE DEL **2%** IN PIU' O IN MENO DELL'INTENSITA' DELLA FORZA NUCLEARE FORTE NON PERMETTEREBBE LA FORMAZIONE DEL CARBONIO



PERCHE' QUESTE STELLE?

PERCHE' OSSERVIAMO QUESTO UNIVERSO E
NON UNO DIVERSO?

- L'ORGANIZZAZIONE DELLA MATERA-ENERGIA
IN STELLE, GALASSIE, PIANETI
 - LE CONDIZIONI INIZIALI
 - LE COSTANTI DI NATURA
 - LE LEGGI DELLA FISICA
- LA STRUTTURA DELLO SPAZIO-TEMPO

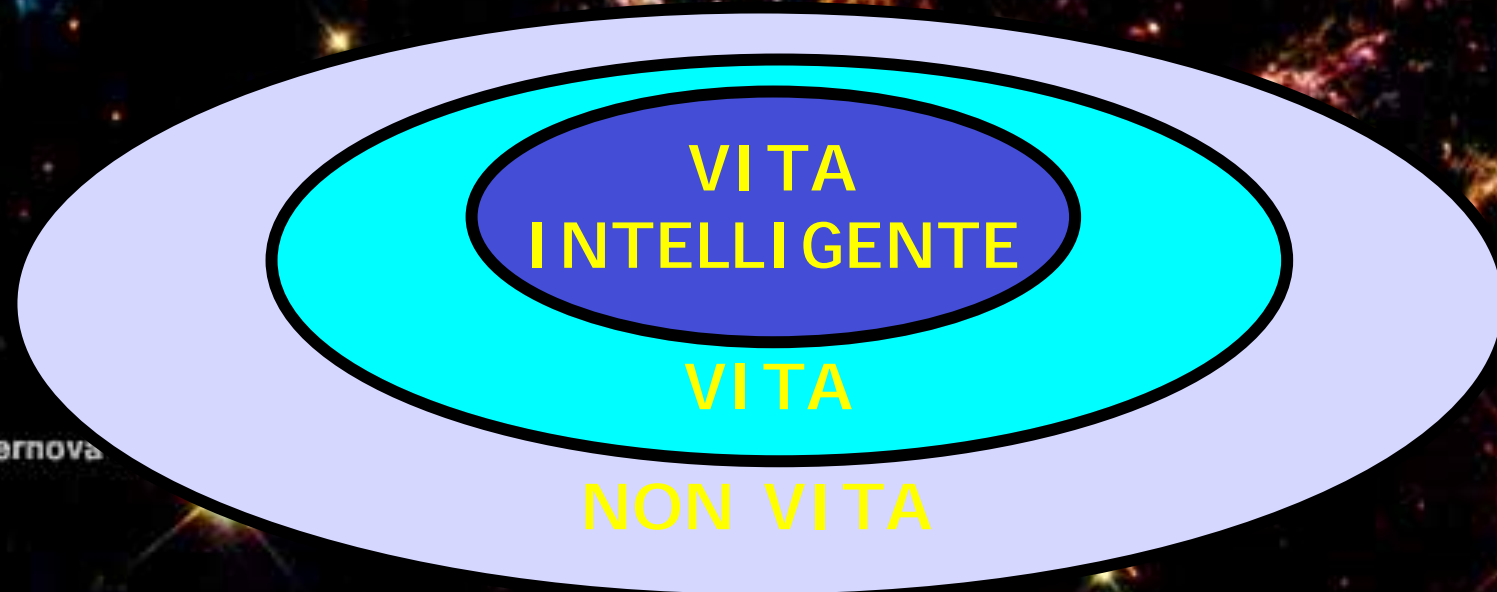
LA NOSTRA ESISTENZA PONE DEI
LIMITI A CIO' CHE POSSIAMO
OSSERVARE



QUANTO RARO?

QUANTO SONO PARTICOLARI LE
CONDIZIONI CHE PERMETTONO
LA VITA NELL'UNIVERSO?

E PER LA VITA INTELLIGENTE?



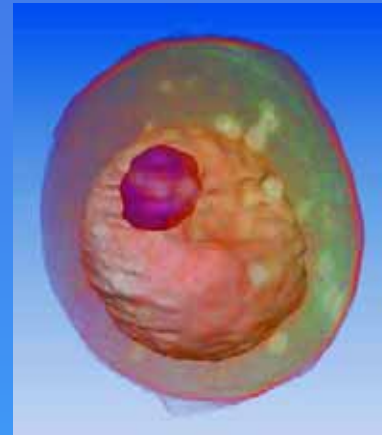
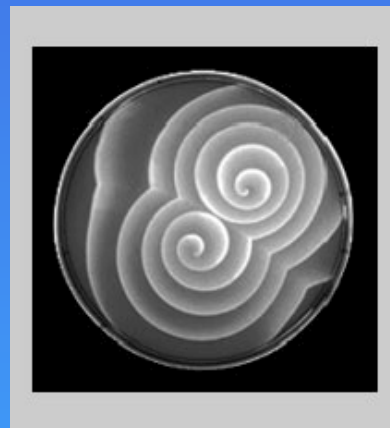
Supernova



CONDIZIONI PER LA VITA

QUALI SONO LE CONDIZIONI PER LA VITA?

- ✓ PRESENZA DI ACQUA ALLO STATO LIQUIDO
- ✓ ELEMENTI NECESSARI AL METABOLISMO
- ✓ SORGENTE DI ENERGIA
- ✓ AMBIENTE PROTETTO E STABILE



LA VITA E' UN SISTEMA DISSIPATIVO APERTO CHE EVOLVE
ATTRAVERSO STATI DI NON EQUILIBRIO TERMODINAMICO CON
L'AMBIENTE ESTERNO

L'AMBIENTE PLANETARIO

CONDIZIONI PLANETARIE



- ✓ STELLA DI SEQUENZA PRINCIPALE NON TROPPO GRANDE
 - ✓ ORBITA PRESSOCHE' CIRCOLARE
 - ✓ ELEMENTI H, C, N, O, S, P, Ca, etc.
 - ✓ ACQUA ALLO STATO LIQUIDO
- ✓ ATMOSFERA INIZIALMENTE RIDUCENTE



QUANTE "TERRE" NEL COSMO?

PIANETI SIMILI ALLA TERRA NELLA GALASSIA

$$N_T = N_* \cdot f_p \cdot n_p \cdot f_T$$

$$N_T = 2 \times 10^{11} \cdot 5\% \cdot 2 \cdot 1\% = 2 \times 10^8$$

$$10^6 < N_T < 10^9$$

10^{11} GALASSIE NELL'UNIVERSO



CONDIZIONI INIZIALI

"Le cose sono come sono perché erano come erano"

T. Gold

L'UNIVERSO OGGI HA UNA VELOCITA' DI ESPANSIONE CHE IMPLICA CHE NEL PASSATO IL RAPPORTO TRA DENSITA' E DENSITA' CRITICA FOSSE INCREDIBILMENTE PROSSIMO A 1

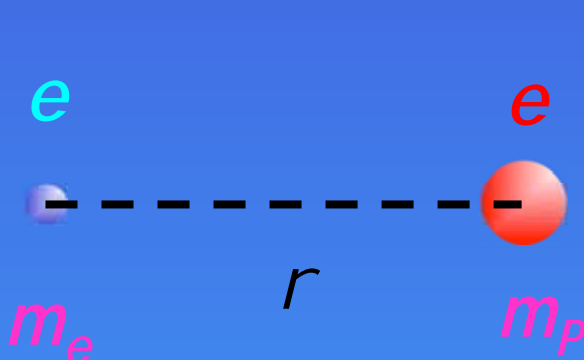
$$\rho/\rho_c = 1 \pm 10^{-60}$$





GRANDI NUMERI

1919 H. WEYL ESPRIME PERPLESSITA' PER IL FATTO CHE IL RAPPORTO TRA LA FORZA ELETTRICA E QUELLA GRAVITAZIONALE TRA UN PROTONE E UN ELETTRONE E' DELL'ORDINE DI 10^{39}


$$F_G = G_0 \frac{m_e \cdot m_p}{r^2}$$
$$F_E = \frac{1}{4\pi\epsilon_0} \frac{e \cdot e}{r^2}$$

$$N_{EG} = \frac{F_E}{F_G} = \frac{1}{4\pi\epsilon_0 G_0} \frac{e^2}{m_e \cdot m_p} \sim 2 \times 10^{39}$$

PERCHE' PROPRIO QUESTO VALORE COSI' GRANDE?



CABALA COSMICA

“Credo che vi siano
15.747.724.136.275.002.577.605.653.961.181.555.468.044.717.914
.527.116.709.366.231.425.076.185.631.031.296 protoni nell’Universo
e lo stesso numero di elettroni” **A. Eddington**

1923 A. EDDINGTON OSSERVA CHE I GRANDI NUMERI
POTREBBERO ESSERE COLLEGATI AL NUMERO DI PARTICELLE
DELL’UNIVERSO STIMATE DA LUI STESSO IN $N \sim 10^{79}$

$$N \sim 10^{79} \sim (10^{39})^2 \sim (N_{EG})^2$$

LE COSTANTI NATURALI SI “SPIEGANO” A PARTIRE
DAL NUMERO DI PARTICELLE DELL’UNIVERSO

LA “NUMEROLOGIA” DI EDDINGTON FU ASPRAMENTE
CRITICATA DALLA COMUNITA’ SCIENTIFICA



L'IPOTESI DI DIRAC

"Qualunque cosa abbia da dire Dirac, pochi fisici l'ignorano"
V. Stenger

1937 P.M. DIRAC SCOPRE CHE IL RAPPORTO TRA L'ETA'
DELL'UNIVERSO E IL TEMPO IMPIEGATO DALLA LUCE PER
ATTRAVERSARE UN ATOMO E' $N_{UA} \sim 10^{39}$

$$N_{UA} \sim (t_U / t_A) \quad N_{UA} \sim N_{EG} \sim 10^{39}$$

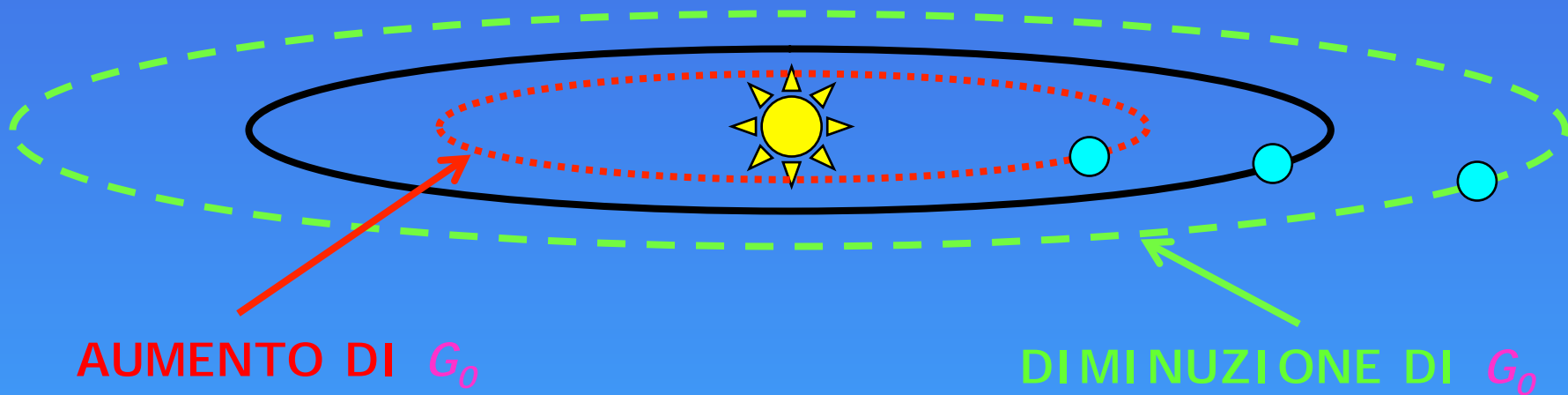
I POTESI DEI **GRANDI NUMERI**: I GRANDI NUMERI
ADIMENSIONALI IN NATURA SONO COLLEGATI DA
SEMPLICI RELAZIONI ALGEBRICHE

DIRAC PROPONE $G_0 \div (t_U)^{-1}$



VARIARE G_0

UNA VARIAZIONE DI G_0 COMPORTEREBBE,
TRA GLI ALTRI EFFETTI, UNA
VARIAZIONE DELLE ORBITE PLANETARIE



LE CONDIZIONI DI ABITABILITA' CAMBIANO AL
VARIARE DELLE COSTANTI DI NATURA



RISONANZA

1952 F. HOYLE PREVEDE L'ESISTENZA DI UN LIVELLO DI RISONANZA PER IL NUCLEO DEL CARBONIO IN BASE AD ARGOMENTAZIONI ANTROPICHE



LA REAZIONE E' POSSIBILE GRAZIE ALLA RISONANZA PRESENTE NEI LIVELLI ENERGETICI DEL NUCLEO DEL CARBONIO



ELEMENTI PER LA VITA

1961 R. DICKE GIUSTIFICA LE COINCIDENZE DEI GRANDI NUMERI COME EFFETTO SELETTIVO DOVUTO ALLA PRESENZA DI OSSERVATORI NELL'UNIVERSO

$$N_{UA} \sim 10^{39} \sim N_{EG}$$

DATO IL NUMERO DI PARTICELLE N NELL'UNIVERSO N_{UA} DEVE ESSERE GRANDE PER PERMETTERE ALLA VITA DI SVILUPParsi E $N_{EG} \sim N_{UA}$ PER PERMETTERE LA FORMAZIONE DEGLI ELEMENTI PESANTI NELLE STELLE

**NUCLEOSINTESI
STELLARE**



**VITA
INTELLIGENTE**



COSTANTI?

NELLE LEGGI DELLA FISICA COMPAIONO DELLE COSTANTI I CUI VALORI, ATTUALMENTE, POSSONO ESSERE DETERMINATI SOLO SPERIMENTALMENTE

$$F = G_0 \frac{m_1 m_2}{r^2}$$

LA COSTANTE G_0 NELLA LEGGE DI GRAVITAZIONE DI NEWTON DETERMINA L'INTENSITA' DELLA FORZA GRAVITAZIONALE

IN FISICA COMPAIONO MOLTE COSTANTI MA SOLO ALCUNE DI ESSE SONO FONDAMENTALI

$$G_0 = 6,67 \times 10^{-11} \text{ Nm}^2/\text{Kg}^2$$

$$c = 299.792.458 \text{ m/s}$$

$$h = 6,63 \times 10^{-34} \text{ Js}$$



ADIMENSIONALITA'

I VALORI DELLE COSTANTI DIPENDONO DALLE UNITA' DI MISURA PRESCELTE MENTRE NON DIPENDONO DA TALE SCELTA ALCUNI RAPPORTI **ADIMENSIONALI**

$$\beta = \frac{m_e}{m_p}$$

IL RAPPORTO TRA LA MASSA DEL PROTONE E QUELLA DELL'ELETTRONE NON DIPENDE DAL SISTEMA DI MISURA

$$\alpha = \frac{e^2}{2\varepsilon_0 hc}$$

LA COSTANTE DI STRUTTURA FINA
 α DETERMINA L'INTENSITA' DELLE FORZE ELETTROMAGNETICHE

COSA ACCADE **VARIANDO** TALI COSTANTI?



ELETTROMAGNETISMO

LA STRUTTURA DEGLI ATOMI E DELLE MOLECOLE
DIPENDE DAL VALORE DI α E β

$$\alpha = 1/137 \sim 10^{-2}$$

$$\beta = 1/1836 \sim 10^{-3}$$

IL RAPPORTO TRA IL RAGGIO
NUCLEARE E IL RAGGIO
ATOMICO E' DELL'ORDINE DI

$$\alpha\beta \sim 10^{-5}$$



CHIMICA ORGANICA



FORZA GRAVITAZIONALE

LA STRUTTURA DEI PIANETI, DELLE STELLE, DELLE GALASSIE, DELL'UNIVERSO DIPENDE DALLA COSTANTE DI STRUTTURA GRAVITAZIONALE α_G


$$\alpha_G = \frac{2\pi G_0 m_p^2}{hc} \quad \alpha_G \sim 10^{-39}$$

UNA VARIAZIONE DI **POCHI** PUNTI PERCENTUALI DI α_G AVREBBE CONSEGUENZE **DRAMMATICHE** SULLA STRUTTURA DELLE STELLE, DELLE GALASSIE E DELL'UNIVERSO STESSO



FORZA GRAVITAZIONALE

"Se le galassie non esistessero non avremmo alcuna difficoltà a spiegarlo" W. Saslaw

Galaxy Cluster SDSS J1004+4112: "Quintuple Quasar"  HUBBLESITE.org



FORZA NUCLEARE FORTE

LA STRUTTURA DEL NUCLEO E DEI NUCLEONI DIPENDE
DALLA COSTANTE DI STRUTTURA FORTE α_S

$$\alpha_S = \frac{2\pi g_s^2}{f(E)hc}$$

$\alpha_S \sim 1$ A BASSE ENERGIE

α_S DIMINUISCE AL CRESCERE
DELL'ENERGIA

UNA **VARIAZIONE** DI **POCHI** PUNTI PERCENTUALI DI
 α_S AVREBBE CONSEGUENZE DRAMMATICHE SULLA
STABILITA' DEI NUCLEI O SULLA LORO FORMAZIONE



FORZA NUCLEARE DEBOLE

I DECADIMENTI RADIOATTIVI DIPENDONO DALLA
COSTANTE DI STRUTTURA DEBOLE α_W

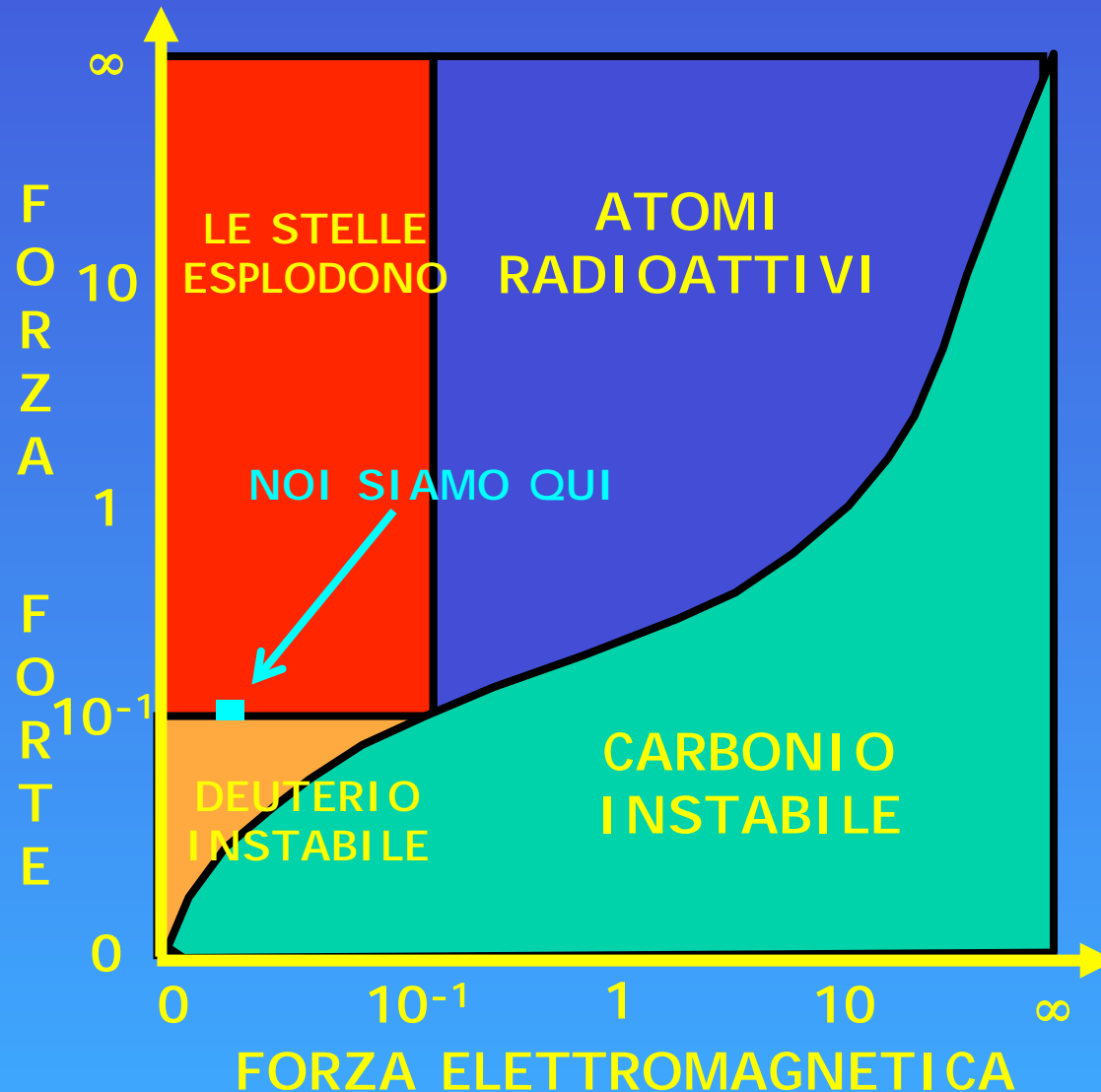
$$\alpha_W = \frac{2\pi g_w^2}{hc} \quad \alpha_W \sim 10^{-6}$$



UNA VARIAZIONE DI POCHI PUNTI PERCENTUALI DI
 α_W AVREBBE CONSEGUENZE DRAMMATICHE SULLA
NUCLEOSINTESI PRIMORDIALE E STELLARE



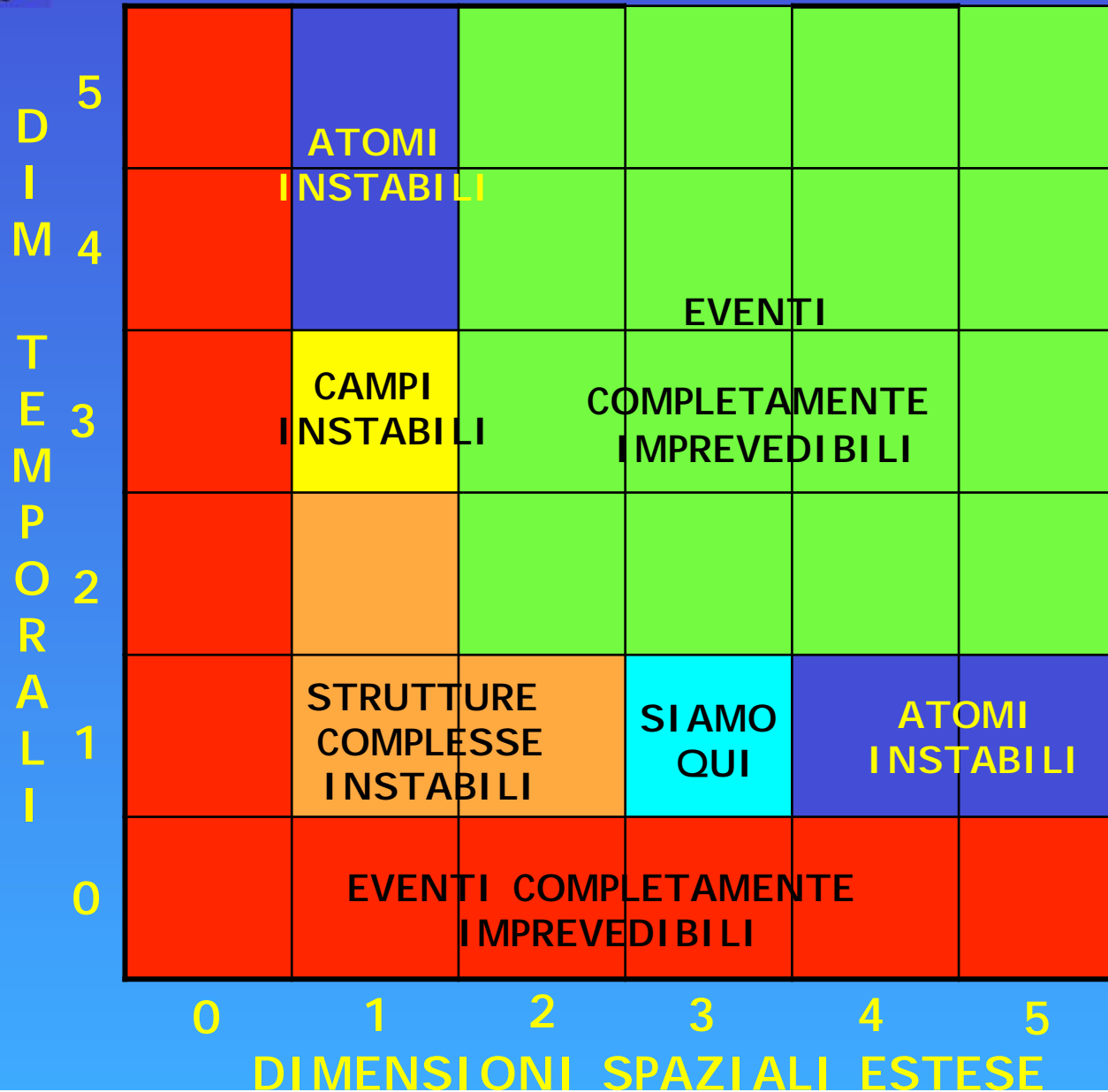
FINE TUNING



I POSSIBILI
VALORI DELLE
COSTANTI DI
STRUTTURA FINA E
FORTE SEMBRANO
INDICARE SOLO
UNA PICCOLA
REGIONE PER LA
VITA COME LA
CONOSCIAMO



FINE TUNING





NUOVE FORMULAZIONI

1986 J.D. BARROW, F.J. TIPLER "THE ANTHROPIIC COSMOLOGICAL PRINCIPLE" Oxford Un. Press

WEAK ANTHROPIIC PRINCIPLE (WAP): i valori osservati di tutte le grandezze fisiche e cosmologiche non sono ugualmente probabili ma assumono quei valori compatibili con l'esistenza di zone dove la vita basata sul carbonio si evolve e che l'universo sia abbastanza antico perche' cio' sia avvenuto

STRONG ANTHROPIIC PRINCIPLE (SAP): l'Universo deve avere proprietà tali da permettere alla vita di svilupparsi ad un certo punto delle sua storia

FINAL ANTHROPIIC PRINCIPLE (FAP): la vita intelligente deve svilupparsi nell'Universo e, una volta nata, non si estinguerà mai



INTERPRETARE LE COINCIDENZE

1986 J.D. BARROW, F.J. TIPLER "THE ANTHROPIC COSMOLOGICAL PRINCIPLE" Oxford Un. Press

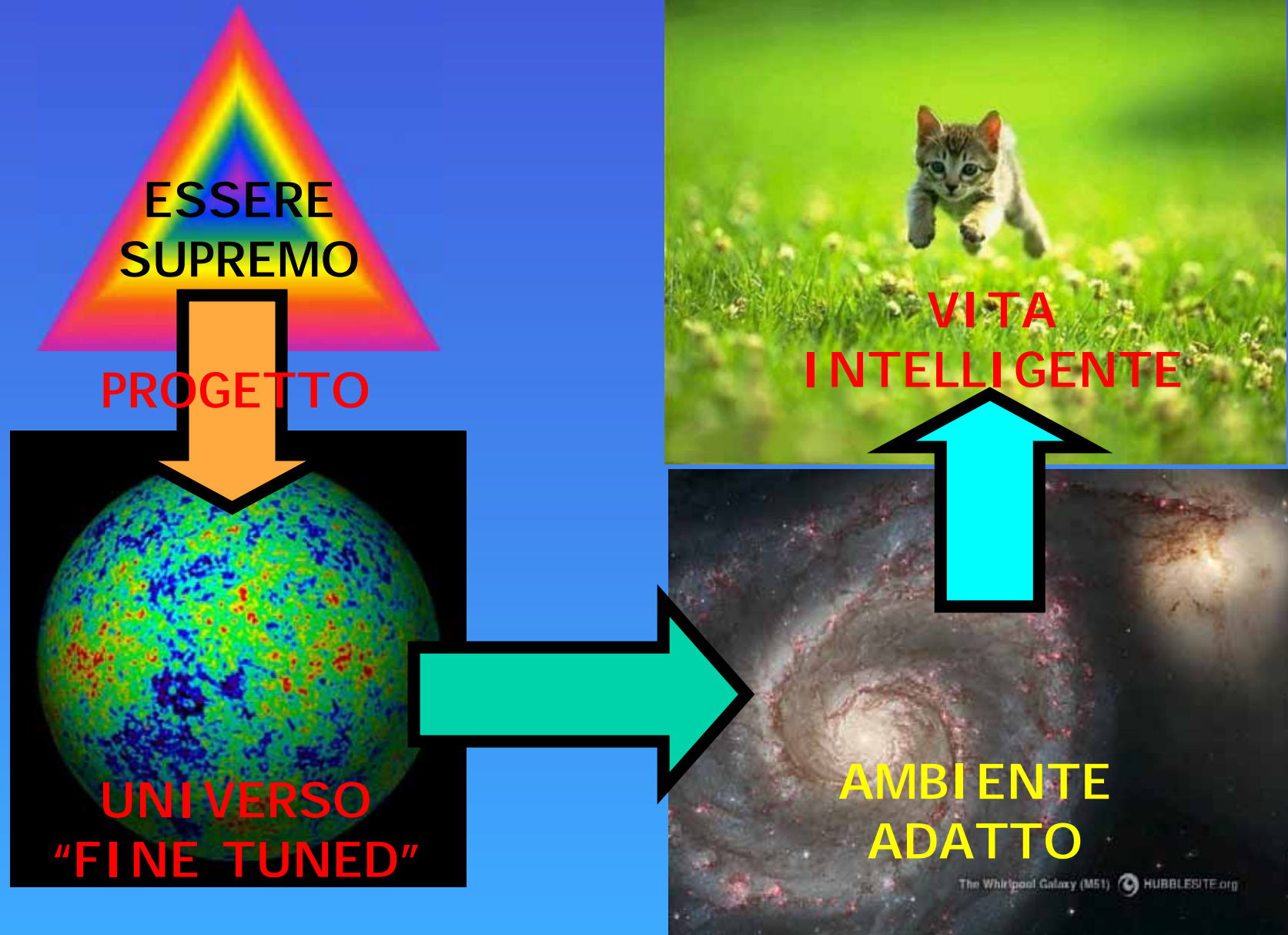
A- "ESISTE UN UNICO UNIVERSO PROGETTATO CON LO SCOPO DI GENERARE E SOSTENERE OSSERVATORI"

B- "GLI OSSERVATORI SONO NECESSARI PER PORTARE L'UNIVERSO IN ESSERE"

C- "E' NECESSARIA L'ESISTENZA DI UN INTERO INSIEME DI UNIVERSI PER GIUSTIFICARE IL NOSTRO"



DI SEGNO DIVINO



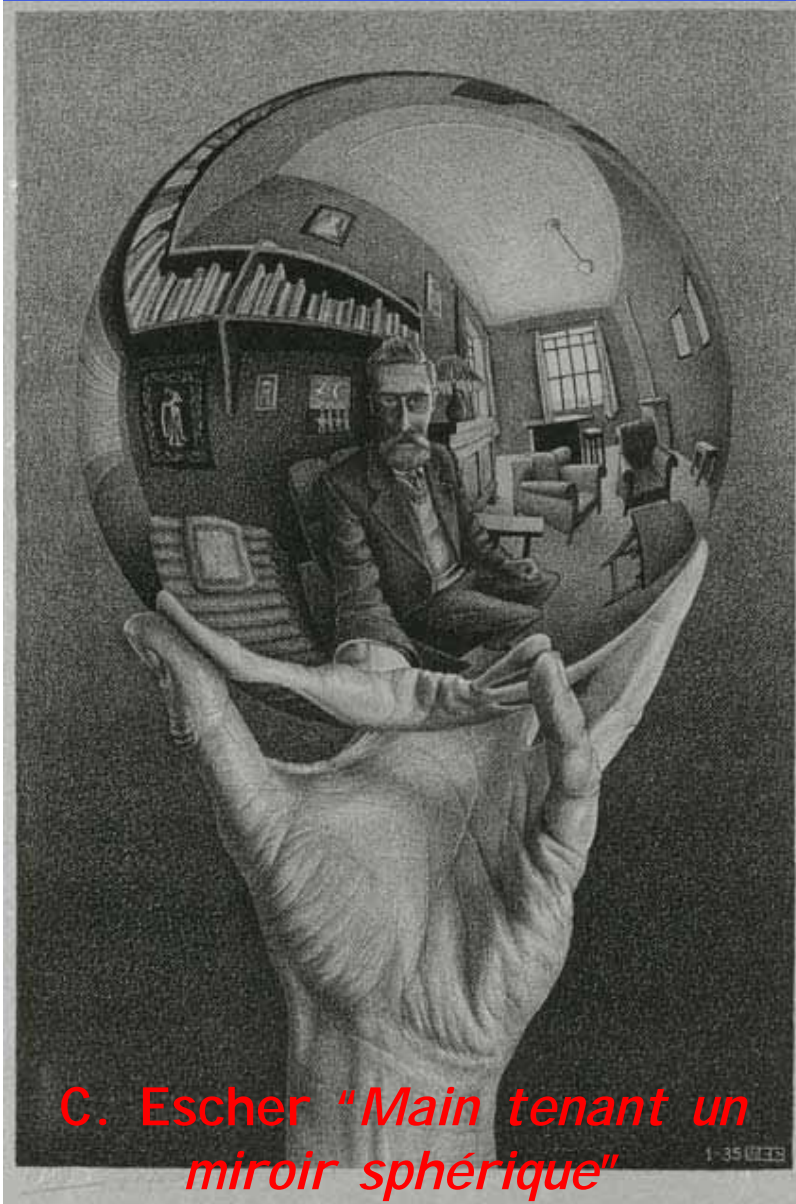


I CREATORI SIAMO NOI

L'UNIVERSO E' UNA
CREAZIONE DELLA NOSTRA
MENTE

SOLIPSIISMO

NULLA ESISTE AL
DI FUORI DELLA
PROPRIA MENTE



C. Escher *"Main tenant un
miroir sphérique"*



AIUTARE IL CASO

IL NOSTRO UNIVERSO REALIZZA UNO STATO TRA GLI
INFINITI POSSIBILI CHE SI REALIZZANO IN ALTRI
UNIVERSI PARALLELI

CIO' CHE E' ALTAMENTE **IMPROBABILE** DIVIENE **CERTO**



$$P(12) = 1/36$$

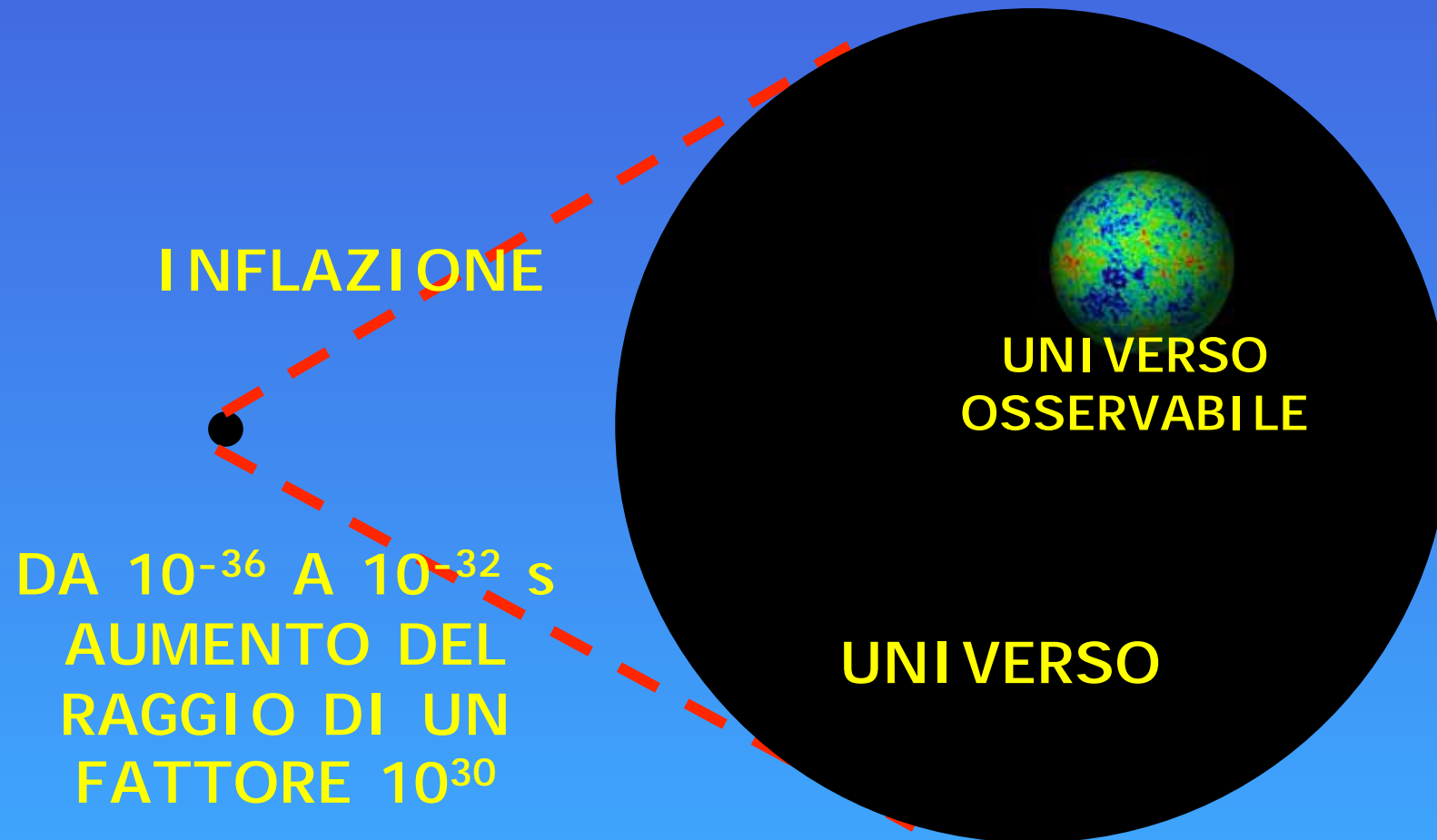


$$P(12) \cong 1$$



INFLAZIONE

**MODELLO INFLAZIONARIO: L'UNIVERSO OSSERVABILE
E' SOLO UNA FRAZIONE DELL'UNIVERSO REALE**





INFINITI MONDI?

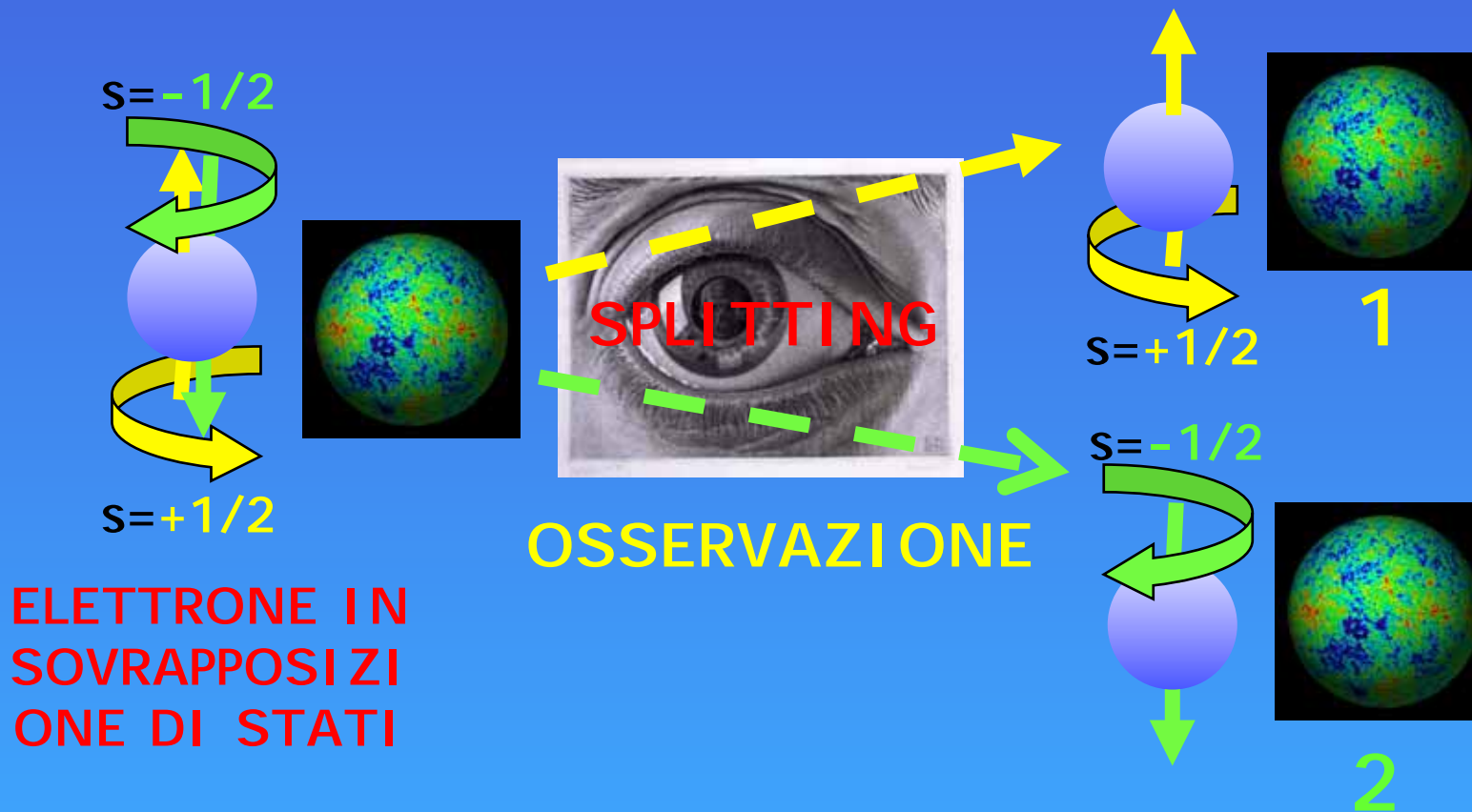
IN UN UNIVERSO INFINITO O "ABBASTANZA" GRANDE ANCHE LE
COMBINAZIONI PIU' IMPROBILI SI REALIZZANO





MONDI QUANTISTICI

SECONDO L'INTERPRETAZIONE A PIU' MONDI DELLA
MECCANICA QUANTISTICA OGNI OSSERVAZIONE PRODUCE
UNO "SPLITTING" E GENERANDO IL MULTIVERSO





PAESAGGIO ANTROPICO

L. SUSSKIND "*THE COSMIC LANDSCAPE*" LA TEORIA DELLE STRINGHE PREVEDE L'ESISTENZA DI UN INSIEME INFINITO DI UNIVERSI (IL "*PAESAGGIO DELLA TEORIA DELLE STRINGHE*") TRA I QUALI QUELLI ABITABILI COSTITUIREBBERO IL "*PAESAGGIO ANTROPICO*"



GLI UNIVERSI DI DARWIN

L. SMOLIN "SELEZIONE COSMOLOGICA NATURALE": GLI UNIVERSI SI PRODUCONO DA BUCHI NERI PROVENIENTI DA ALTRI UNIVERSI

AD OGNI PASSAGGIO SONO FAVORITI QUEGLI UNIVERSI NEI QUALI E' POSSIBILE LA FORMAZIONE DEI BUCHI NERI

TRA GLI UNIVERSI CHE SUPERANO LA SELEZIONE NATURALE VI SONO QUELLI CHE SVILUPPANO FORME DI VITA



VALUTARE LAMBDA

1987 S. WEINBERG PROPONE CHE LA COSTANTE
COSMOLOGICA Λ POSSA ESSERE RICAVATA A PARTIRE
DAL PRINCIPIO ANTROPICO

TEORIA DEI
CAMPI

$$\Lambda \sim 10^{120}$$

PRINCIPIO
ANTROPICO

$$\Lambda \sim 0$$





UNA TEORIA SCIENTIFICA?

**IL PRINCIPIO ANTROPICO E' UNA TEORIA
SCIENTIFICA?**

E' IN GRADO DI FARE PREVISIONI FALSIFICABILI?

FILOSOFIA

RELIGIONE

**PRINCIPIO
ANTROPICO**

SCIENZA



ESSERE CURIOSI

"VOGLIO CONOSCERE COME DIO HA CREATO QUESTO MONDO. NON SONO INTERESSATO A QUESTO O QUEL FENOMENO, NELLO SPETTRO DI QUESTO O QUELL'ELEMENTO. VOGLIO CONOSCERE I SUOI PENSIERI ; IL RESTO È UN DETTAGLIO" *A. Einstein*

**GRAZIE PER
L'ATTENZIONE!!!**

DOMANDE?