

Danilo Domenici

Istituto Nazionale di Fisica Nucleare

Laboratori Nazionali di Frascati

**GLI
INGREDIENTI
DELL'UNIVERSO**

Tavola Periodica degli Elementi

1 H Hydrogen 1.00794																	18 He Helium 4.002603
3 Li Lithium 6.941	4 Be Beryllium 9.012182											13 B Boron 10.811	14 C Carbon 12.0107	15 N Nitrogen 14.0067	16 O Oxygen 15.9994	17 F Fluorine 18.9984032	10 Ne Neon 20.1797
11 Na Sodium 22.98976928	12 Mg Magnesium 24.3050											13 Al Aluminium 26.9815386	14 Si Silicon 28.0855	15 P Phosphorus 30.973762	16 S Sulfur 32.065	17 Cl Chlorine 35.453	18 Ar Argon 39.948
19 K Potassium 39.0983	20 Ca Calcium 40.078	21 Sc Scandium 44.955912	22 Ti Titanium 47.867	23 V Vanadium 50.9415	24 Cr Chromium 51.9961	25 Mn Manganese 54.938045	26 Fe Iron 55.845	27 Co Cobalt 58.933195	28 Ni Nickel 58.6934	29 Cu Copper 63.546	30 Zn Zinc 65.38	31 Ga Gallium 69.723	32 Ge Germanium 72.64	33 As Arsenic 74.92160	34 Se Selenium 78.96	35 Br Bromine 79.904	36 Kr Krypton 83.798
37 Rb Rubidium 85.4678	38 Sr Strontium 87.62	39 Y Yttrium 88.90585	40 Zr Zirconium 91.224	41 Nb Niobium 92.90638	42 Mo Molybdenum 95.96	43 Tc Technetium (97.9072)	44 Ru Ruthenium 101.07	45 Rh Rhodium 102.90550	46 Pd Palladium 106.42	47 Ag Silver 107.8682	48 Cd Cadmium 112.411	49 In Indium 114.818	50 Sn Tin 118.710	51 Sb Antimony 121.760	52 Te Tellurium 127.60	53 I Iodine 126.90447	54 Xe Xenon 131.293
55 Cs Caesium 132.9054519	56 Ba Barium 137.327	57-71	72 Hf Hafnium 178.49	73 Ta Tantalum 180.94788	74 W Tungsten 183.84	75 Re Rhenium 186.207	76 Os Osmium 190.23	77 Ir Iridium 192.217	78 Pt Platinum 195.084	79 Au Gold 196.966569	80 Hg Mercury 200.59	81 Tl Thallium 204.3833	82 Pb Lead 207.2	83 Bi Bismuth 208.98040	84 Po Polonium (208.9824)	85 At Astatine (209.9871)	86 Rn Radon (222.0176)
87 Fr Francium (223)	88 Ra Radium (226)	89-103	104 Rf Rutherfordium (261)	105 Db Dubnium (262)	106 Sg Seaborgium (266)	107 Bh Bohrium (264)	108 Hs Hassium (277)	109 Mt Meitnerium (268)	110 Ds Darmstadtium (271)	111 Rg Roentgenium (272)	112 Uub Ununtrium (285)	113 Uut Ununtrium (284)	114 Uuq Ununquadium (289)	115 Uup Ununpentium (288)	116 Uuh Ununhexium (292)	117 Uus Ununseptium	118 Uuo Ununoctium (294)
57 La Lanthanum 138.90547	58 Ce Cerium 140.116	59 Pr Praseodymium 140.90765	60 Nd Neodymium 144.242	61 Pm Promethium (145)	62 Sm Samarium 150.36	63 Eu Europium 151.25	64 Gd Gadolinium 157.25	65 Tb Terbium 158.92535	66 Dy Dysprosium 162.500	67 Ho Holmium 164.93032	68 Er Erbium 167.259	69 Tm Thulium 168.93421	70 Yb Ytterbium 173.054	71 Lu Lutetium 174.9668			
89 Ac Actinium (227)	90 Th Thorium 232.03806	91 Pa Protactinium 231.03588	92 U Uranium 238.02891	93 Np Neptunium (237)	94 Pu Plutonium (244)	95 Am Americium (243)	96 Cm Curium (247)	97 Bk Berkelium (247)	98 Cf Californium (251)	99 Es Einsteinium (252)	100 Fm Fermium (257)	101 Md Mendelevium (258)	102 No Nobelium (259)	103 Lr Lawrencium (262)			

METALS

- Alkali Metals
- Alkaline Earth Metals
- Lanthanoids
- Actinoids
- Transition Metals
- Poor Metals

NONMETALS

- Other Nonmetals
- Noble Gases

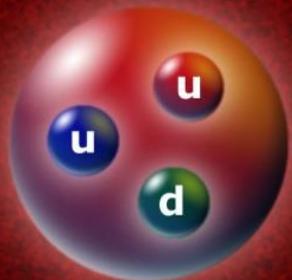
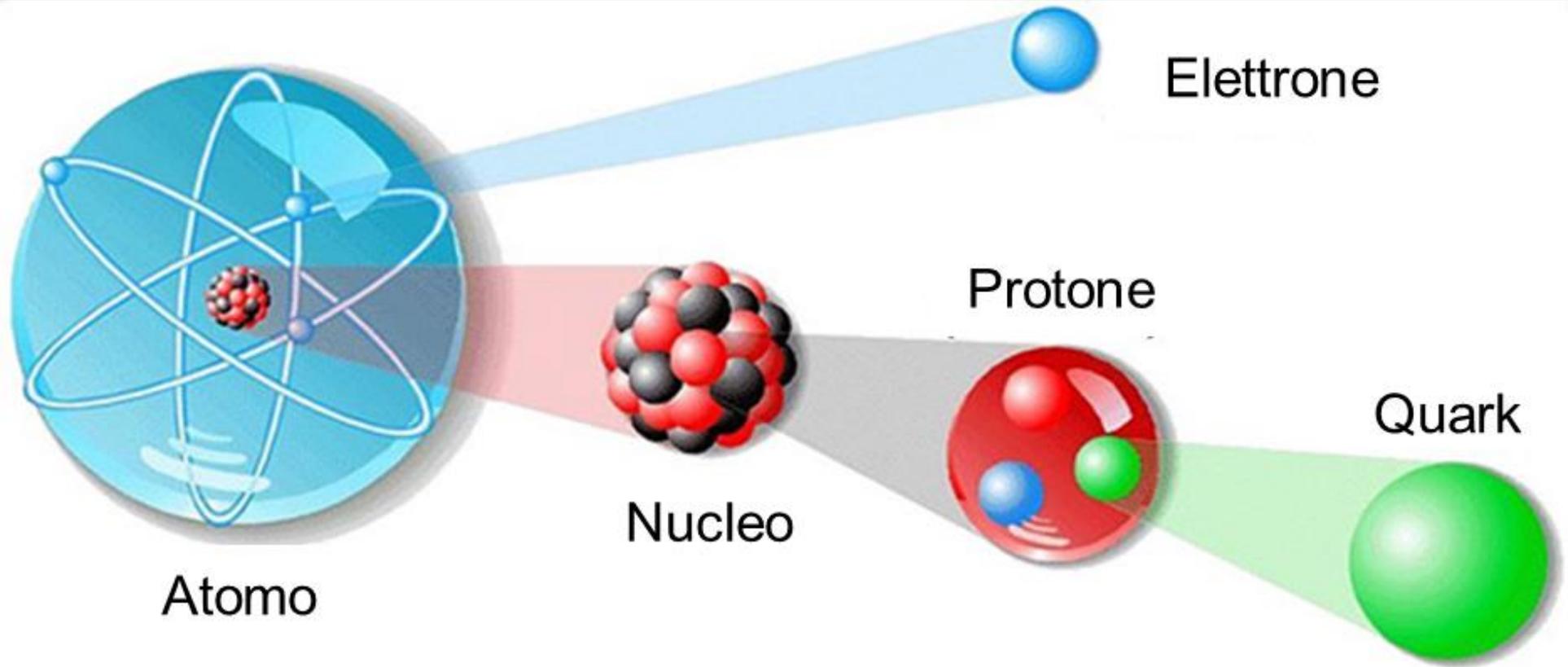
Li : Solid

Br : Liquid

O : Gas

Sg : Unknown

La Struttura dell'Atomo



proton

Tutta la Materia
di cui siamo composti è fatta
da sole 3 Particelle Elementari:

Quark Up

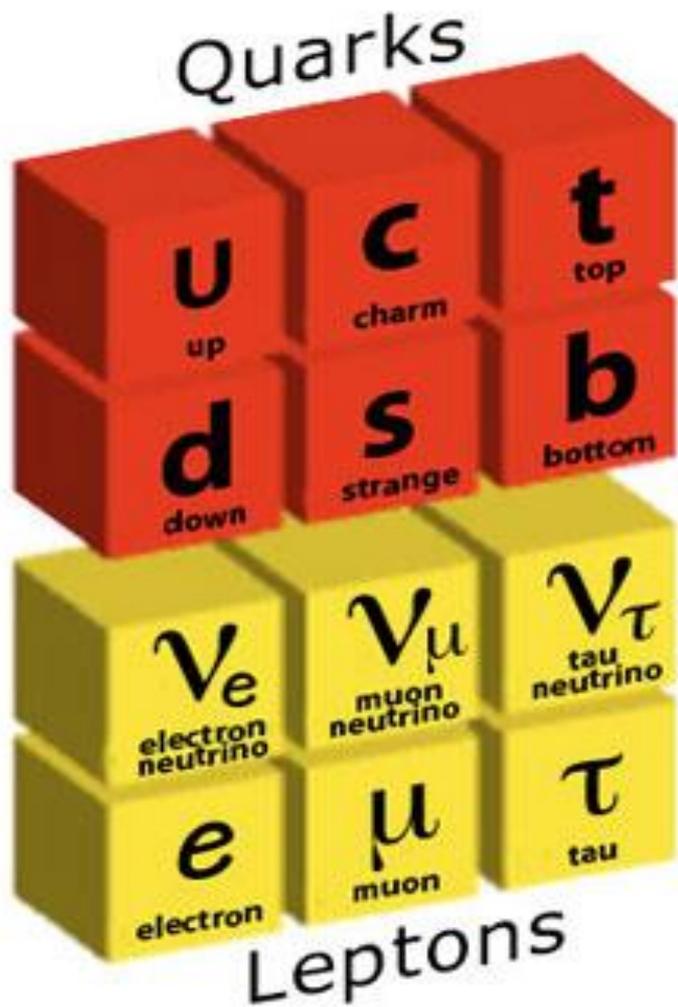
Quark Down

Elettroni

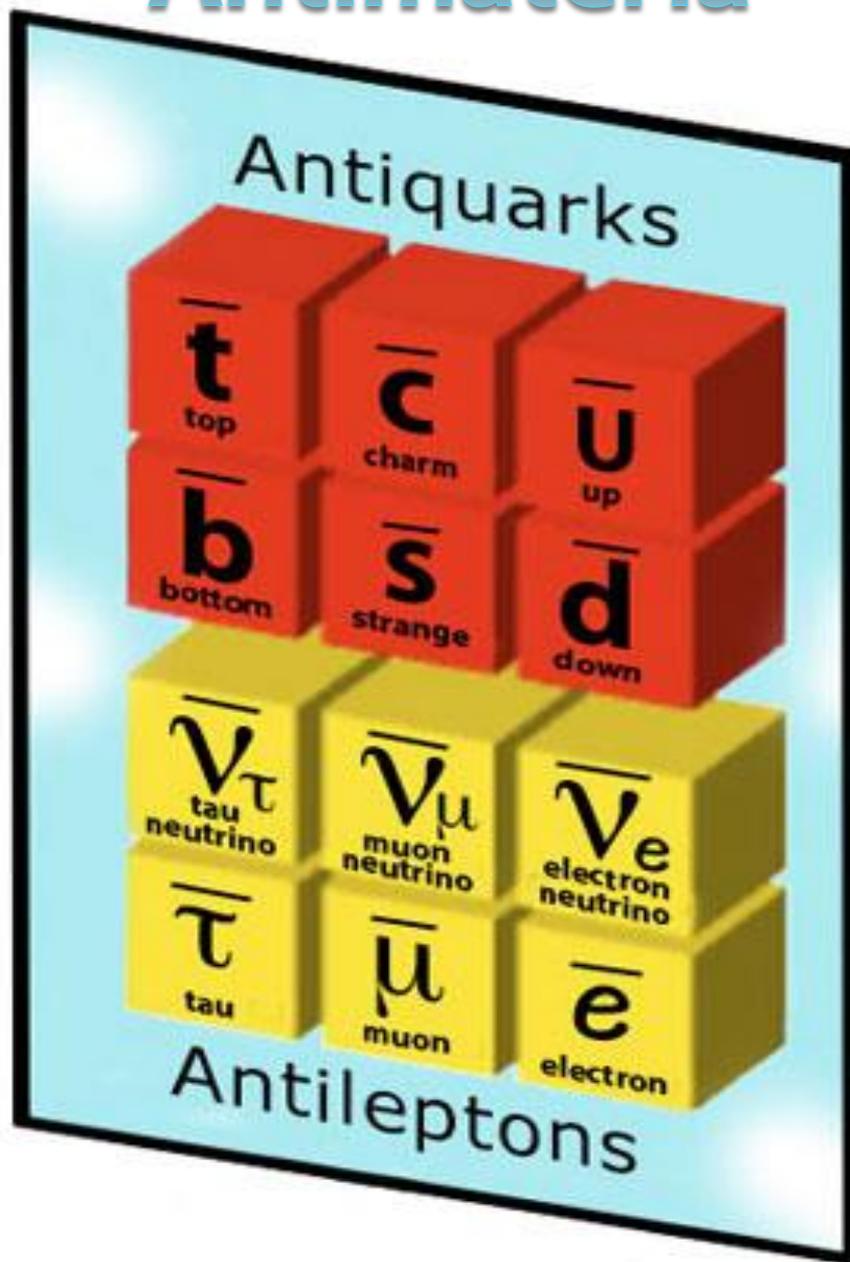


neutron

Materia



Antimateria



Ma nell'Universo c'è Antimateria?

Se esistessero anti-galassie vedremmo enormi quantità di radiazione dove Materia e Antimateria si incontrano

Galassie

Anti-galassie

Ma non la vediamo!

**L'Antimateria non è un ingrediente dell'Universo
L'Universo è composto di sola Materia**

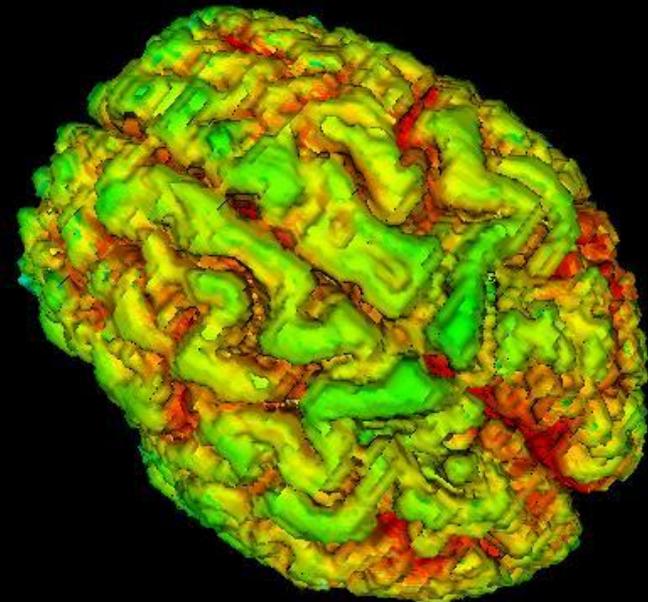
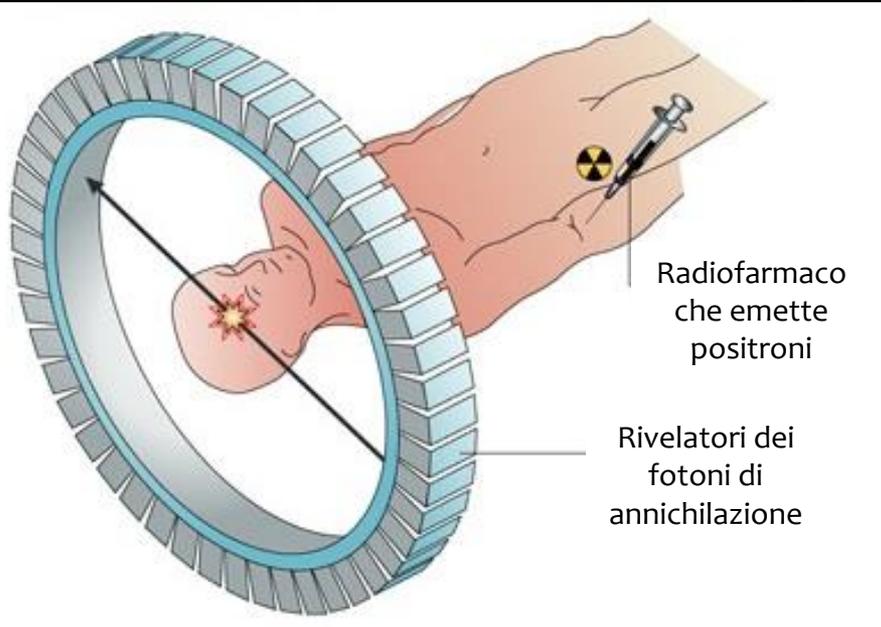
L'Antimateria è una cosa seria



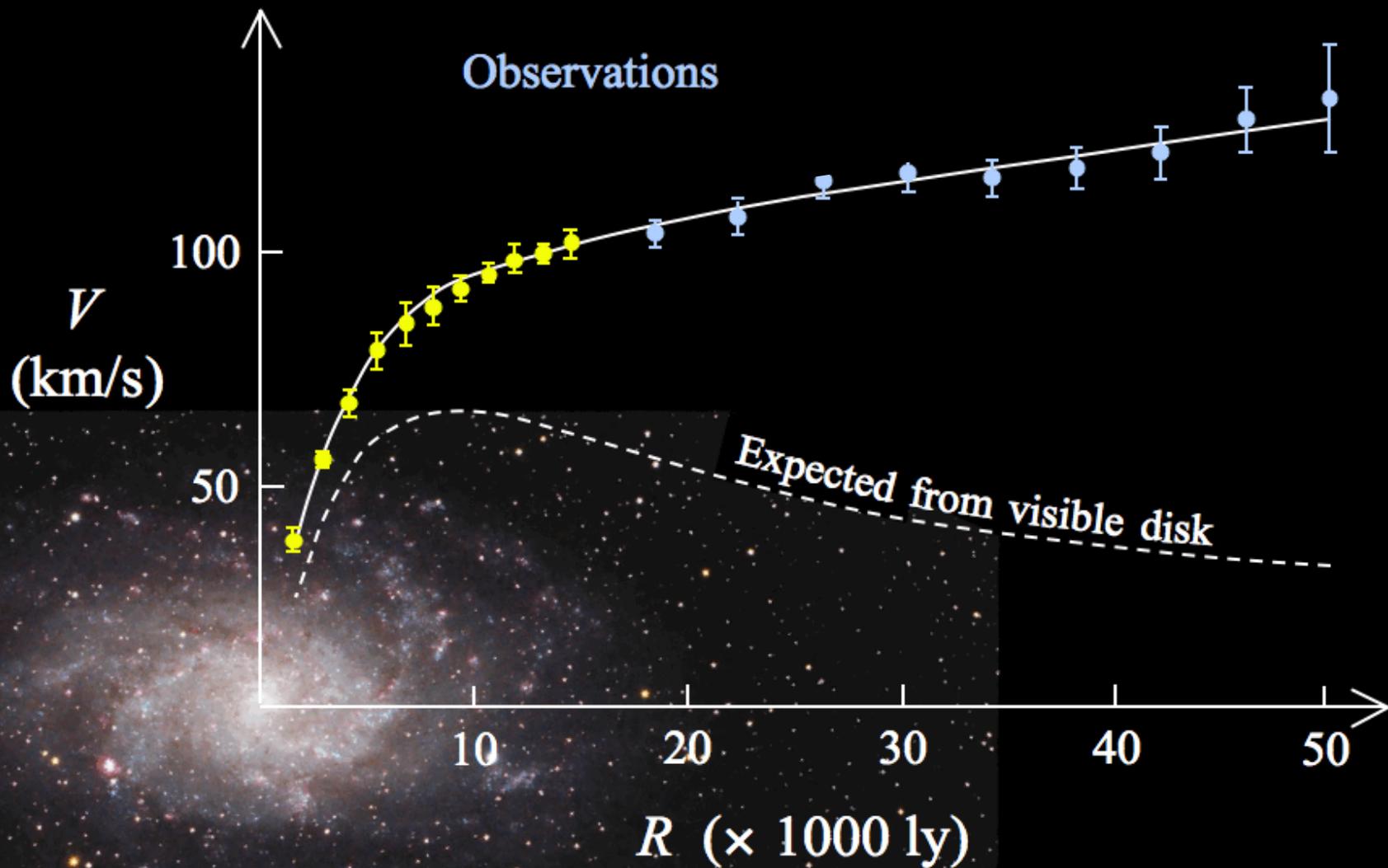
Serve molta più energia per produrre antimateria di quanta se ne liberi dalla sua annichilazione



PET (Positron Emission Tomography) Diagnosi di tumori







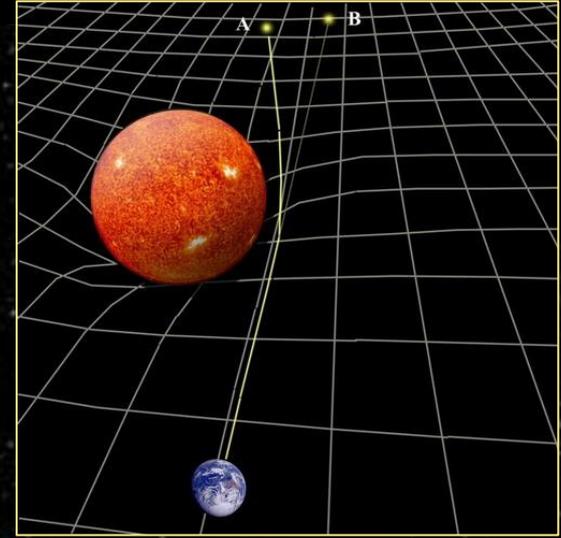
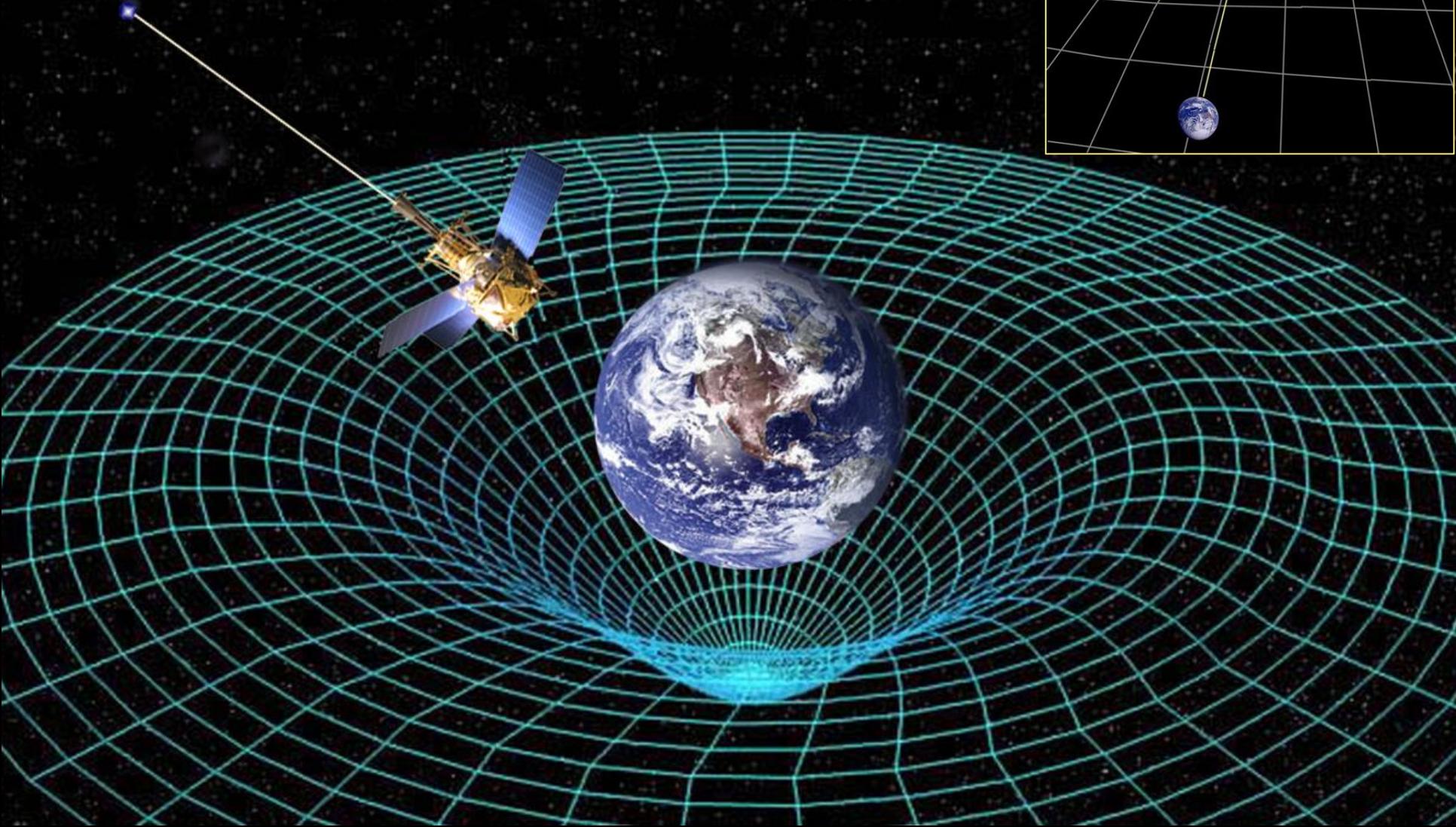
Sorprendentemente le stelle lontane ruotano più velocemente
**Le galassie sono immerse in una nube di materia
che agisce gravitazionalmente ma che non emette nessuna radiazione**



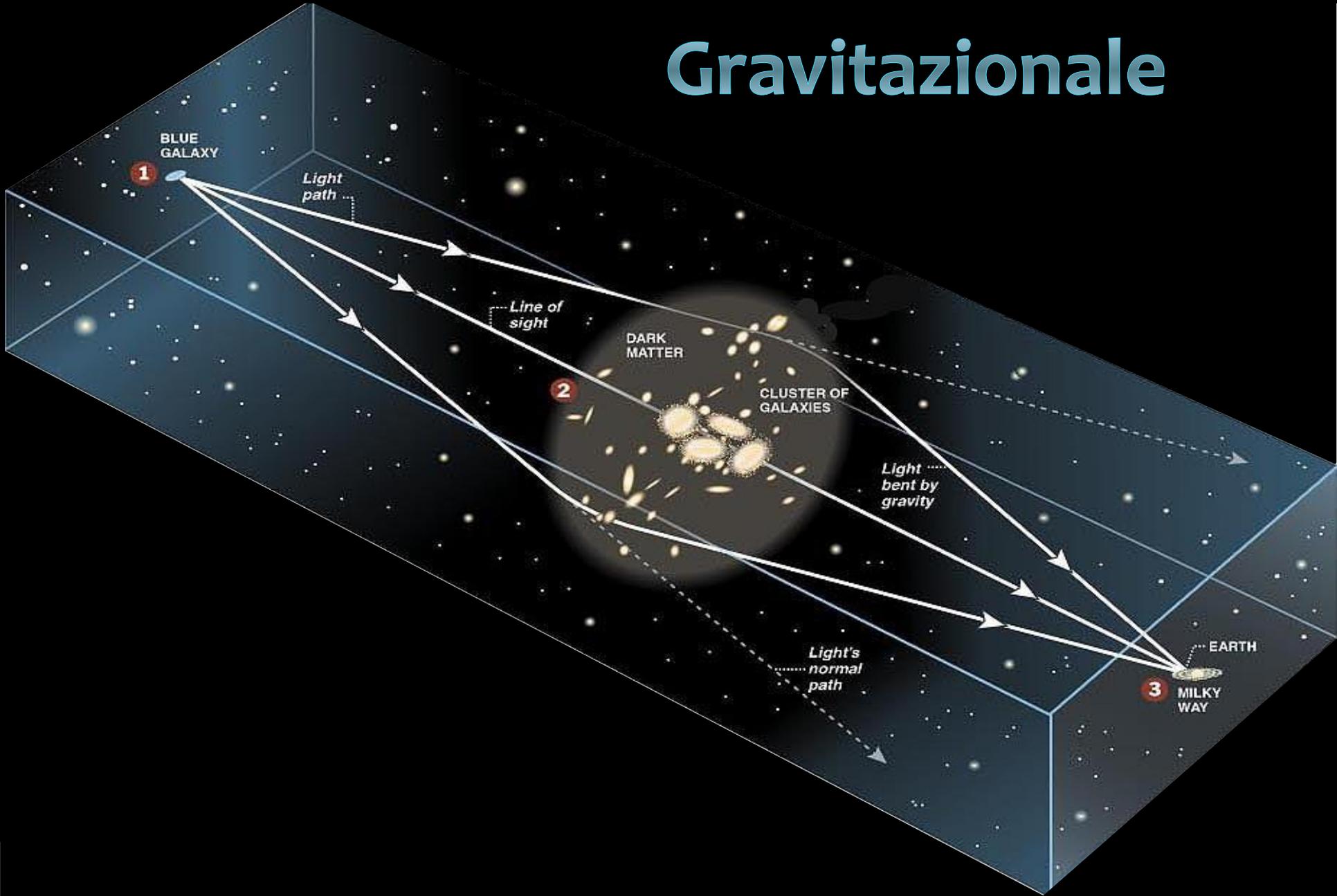
Galassia

Materia Oscura

La **Teoria della Relatività Generale** descrive la **Gravità** come un effetto della curvatura dello spazio-tempo causata dalla presenza di materia. Anche la luce è curvata dalla materia!

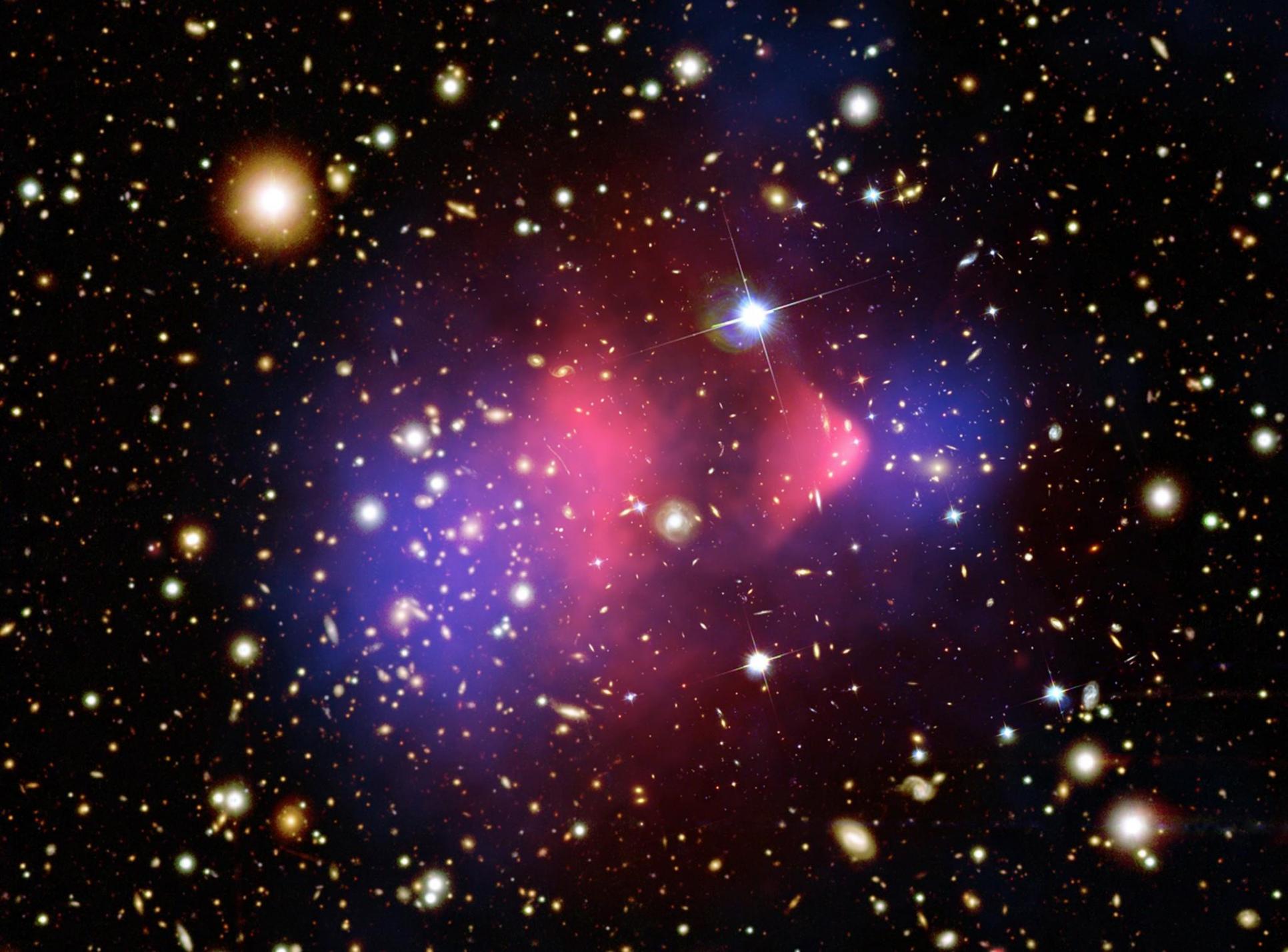


Lente Gravitazionale

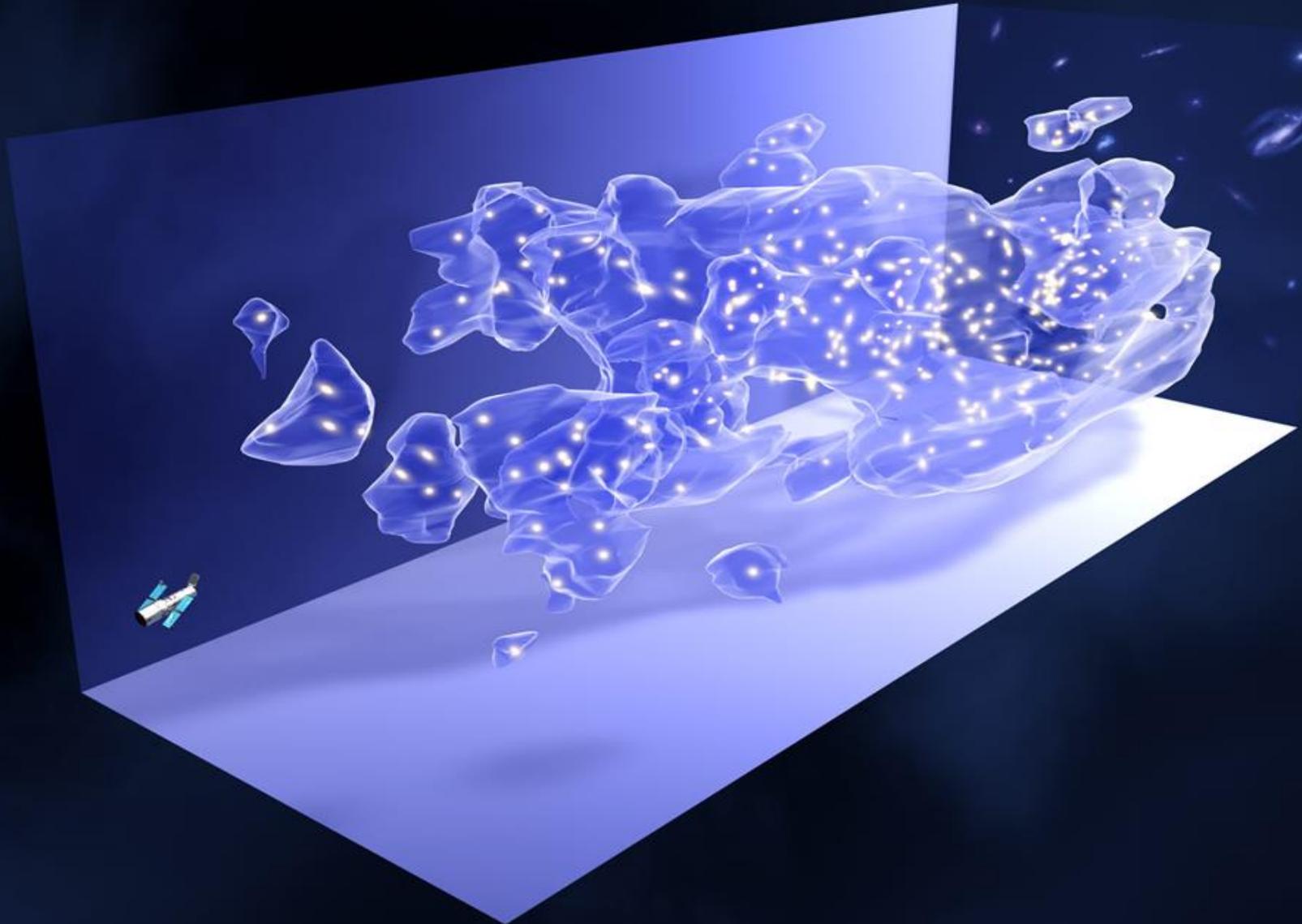








Tutto l'Universo è immerso in una
nuvola di Materia Oscura!





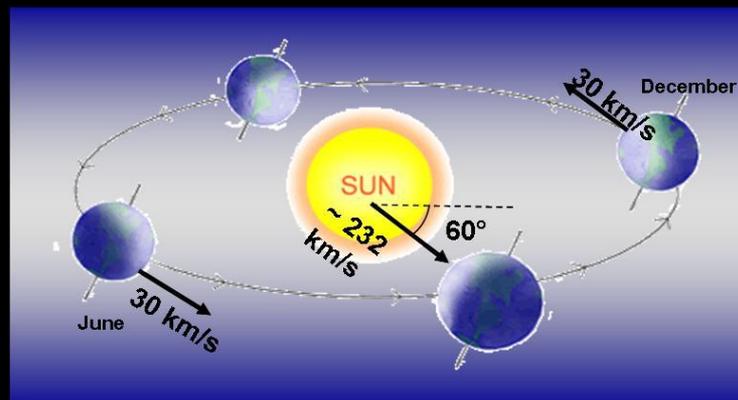
Materia Oscura al Gran Sasso



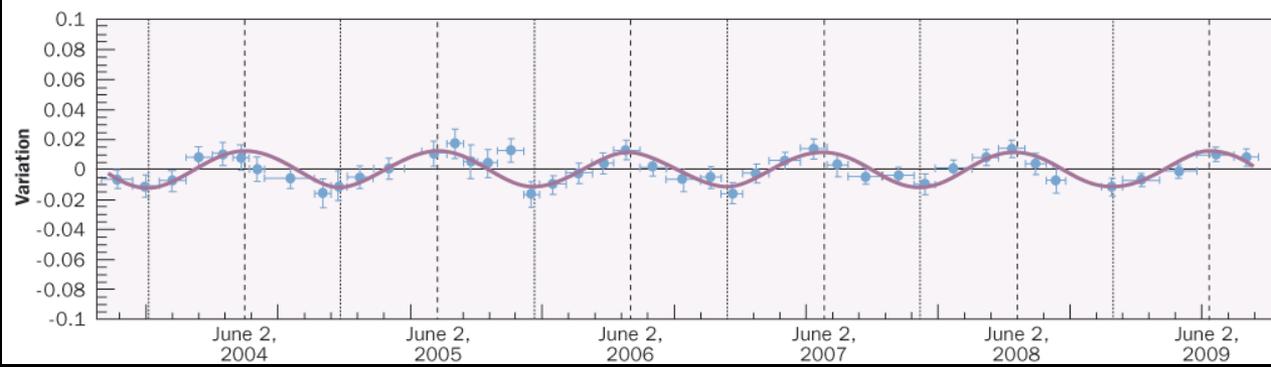
Esperimento DAMA

Laboratori Nazionali del Gran Sasso
dell'INFN

Cerca la Materia Oscura attraverso le sue
rarissime collisioni con dei rivelatori



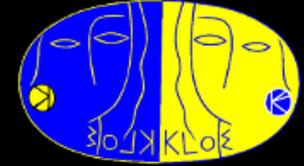
Modulazione stagionale delle collisioni di particelle



La Terra è attraversata
da un vento di MO

Viaggiamo di poppa in
Inverno e di bolina in Estate

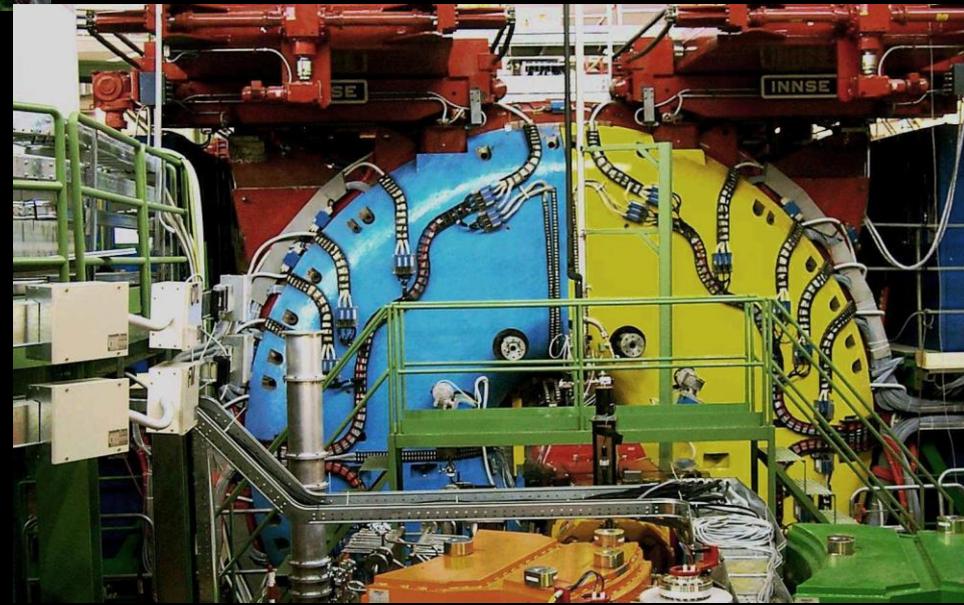
Materia Oscura a Frascati

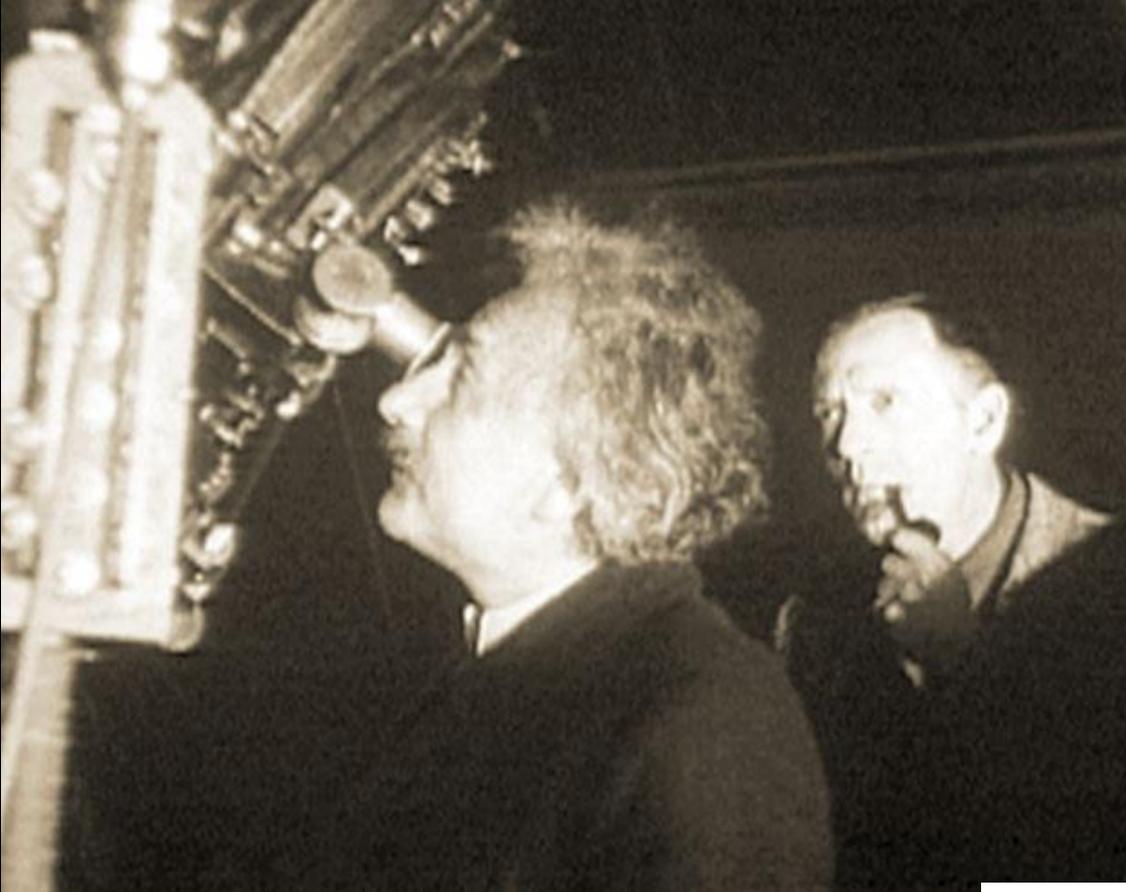


Esperimento KLOE
Laboratori Nazionali di Frascati
dell'INFN

Cerchiamo la Materia Oscura
prodotta nelle collisioni tra
Materia e Antimateria

Per ora non si è trovato niente
Il mistero della Materia Oscura
non è ancora risolto
Ma è sicuramente un ingrediente
importante dell'Universo!





Nel 1929 Edwin Hubble scopre che tutte le galassie si allontanano da noi con velocità proporzionale alla loro distanza

l'Universo si sta espandendo

Einstein disse:
«il più grande abbaglio della mia vita»



1. L'Universo si sta espandendo e raffreddando
2. L'Universo esiste da un tempo finito (13.7 miliardi di anni)

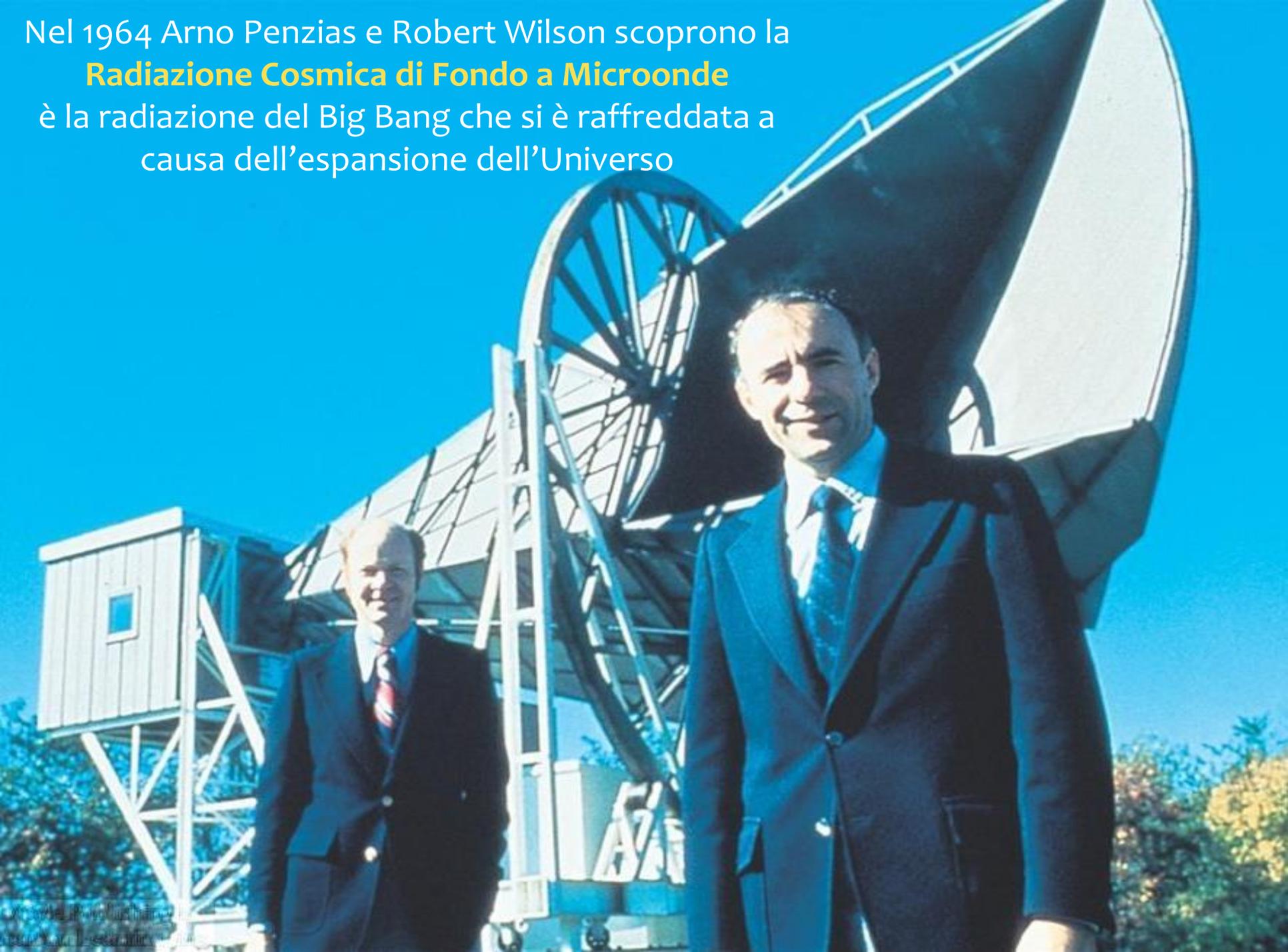



**the BIG
BANG
THEORY**

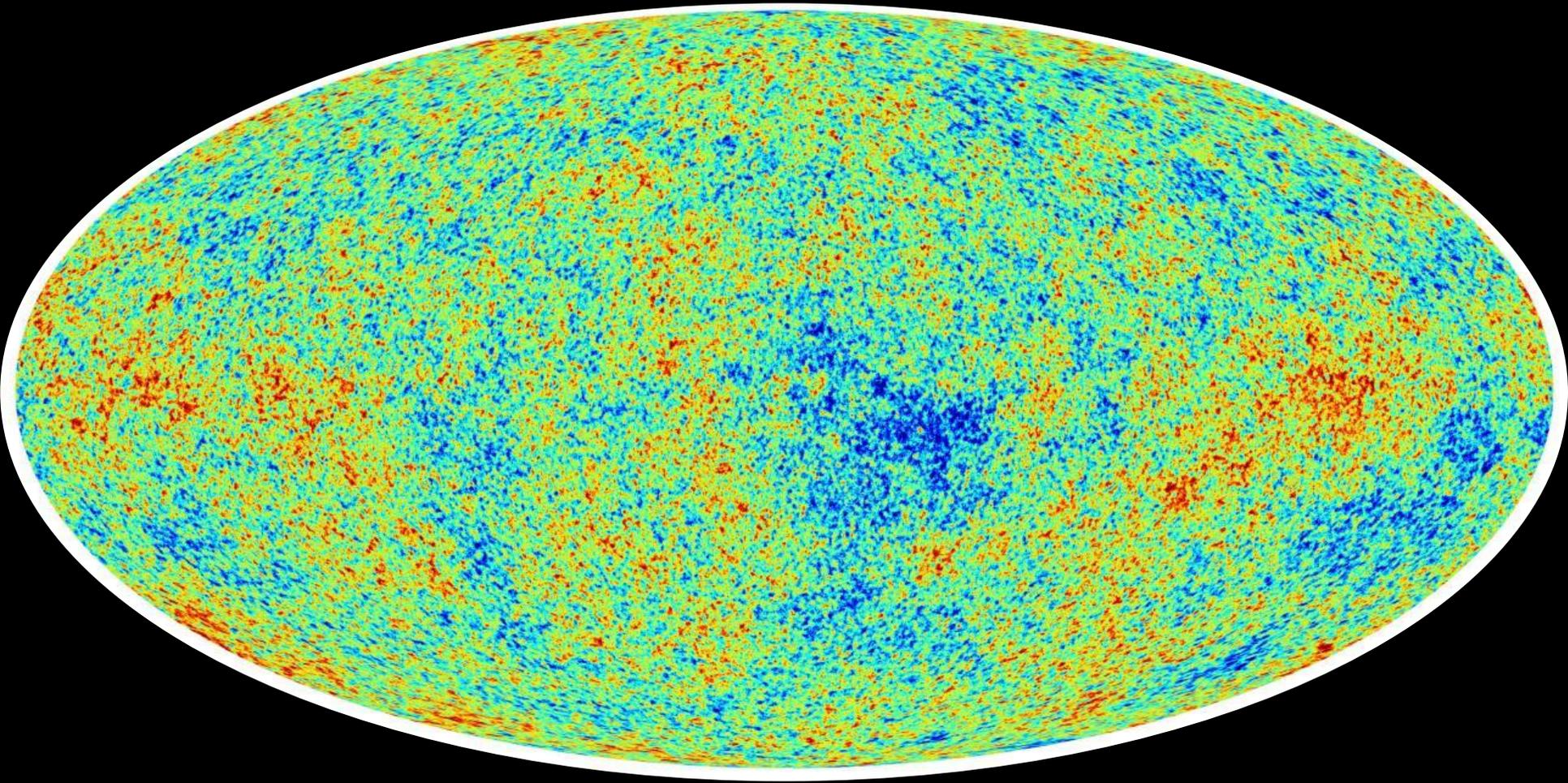
Infatti il cielo di notte è buio!



Nel 1964 Arno Penzias e Robert Wilson scoprono la
Radiazione Cosmica di Fondo a Microonde
è la radiazione del Big Bang che si è raffreddata a
causa dell'espansione dell'Universo



la prova sperimentale della Teoria del Big Bang



la foto dell'Universo quando aveva «appena» 380,000 anni
come avere la foto di uomo di 80 anni quando aveva 1 giorno di vita
e se volessimo andare ancora più indietro nel tempo?



Come nel caso del
Big Bang

Le **Onde Gravitazionali** sono previste dalla Teoria della Relatività Generale

Sono increspature dello Spazio-tempo che si propagano alla velocità della luce

Vengono prodotte quando masse molto grandi e dense si muovono velocemente

BICEP

Background Imaging of Cosmic Extragalactic Polarization

A Marzo BICEP ha indirettamente rivelato le onde gravitazionali del Big Bang
Abbiamo segnali di eventi avvenuti 10^{-35} s dopo il Big Bang





CENTRE NATIONAL
DE LA RECHERCHE
SCIENTIFIQUE

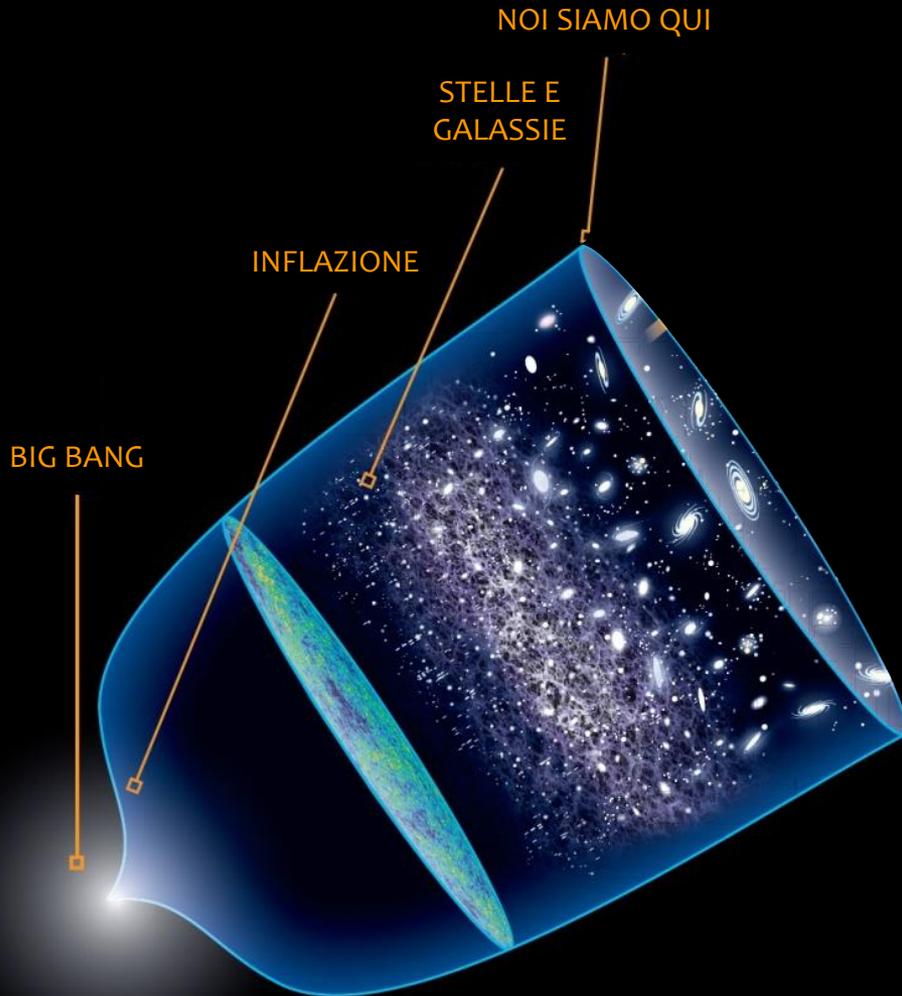


Rivelazione diretta di Onde Gravitazionali nel 2017 (?)



Nel 1998 abbiamo scoperto che l'espansione dell'Universo sta accelerando!

ESPANSIONE ACCELERATA

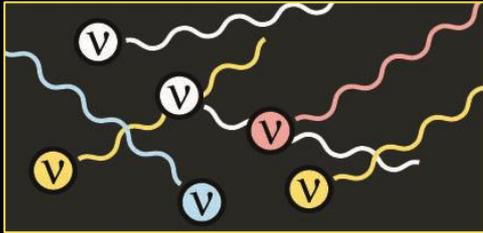


Deve esserci un'energia che contrasta la Gravità:
Energia Oscura





0,025% - Elementi pesanti (C, N, O, Si, Ni, Fe...)



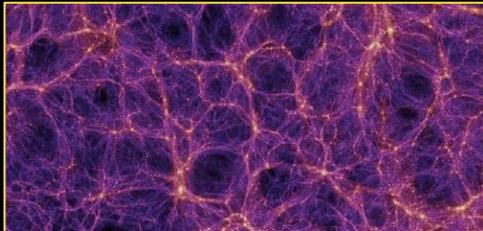
0,3% - Neutrini



0,5% - Idrogeno/Elio nelle stelle



4,1% - Idrogeno/Elio intergalattico



27% - Materia Oscura



68% - Energia Oscura

95% SCONOSCIUTO