

Археология на Вселената

Венелин Кожухаров

СУ “Св. Кл. Охридски”

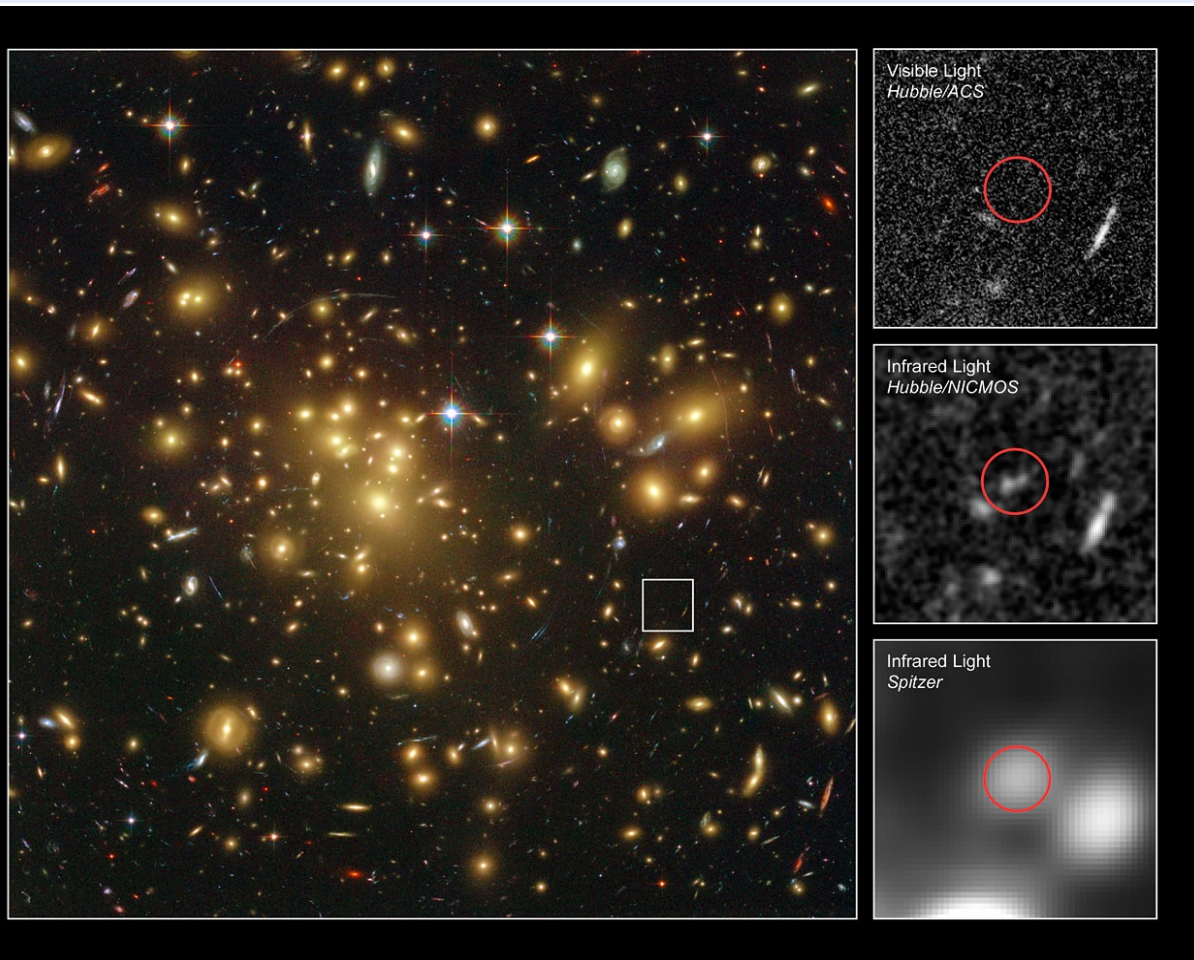
София, 4 Юли 2008

***Защо е нужно да знаем миналото на
Вселената ?***

***Защо е нужно да знаем миналото на
Вселената ?***

***Знаейки миналото, можем да отговорим
какво ще е нейното бъдеще!***

Телескопи



Hubble

Далечни галактики



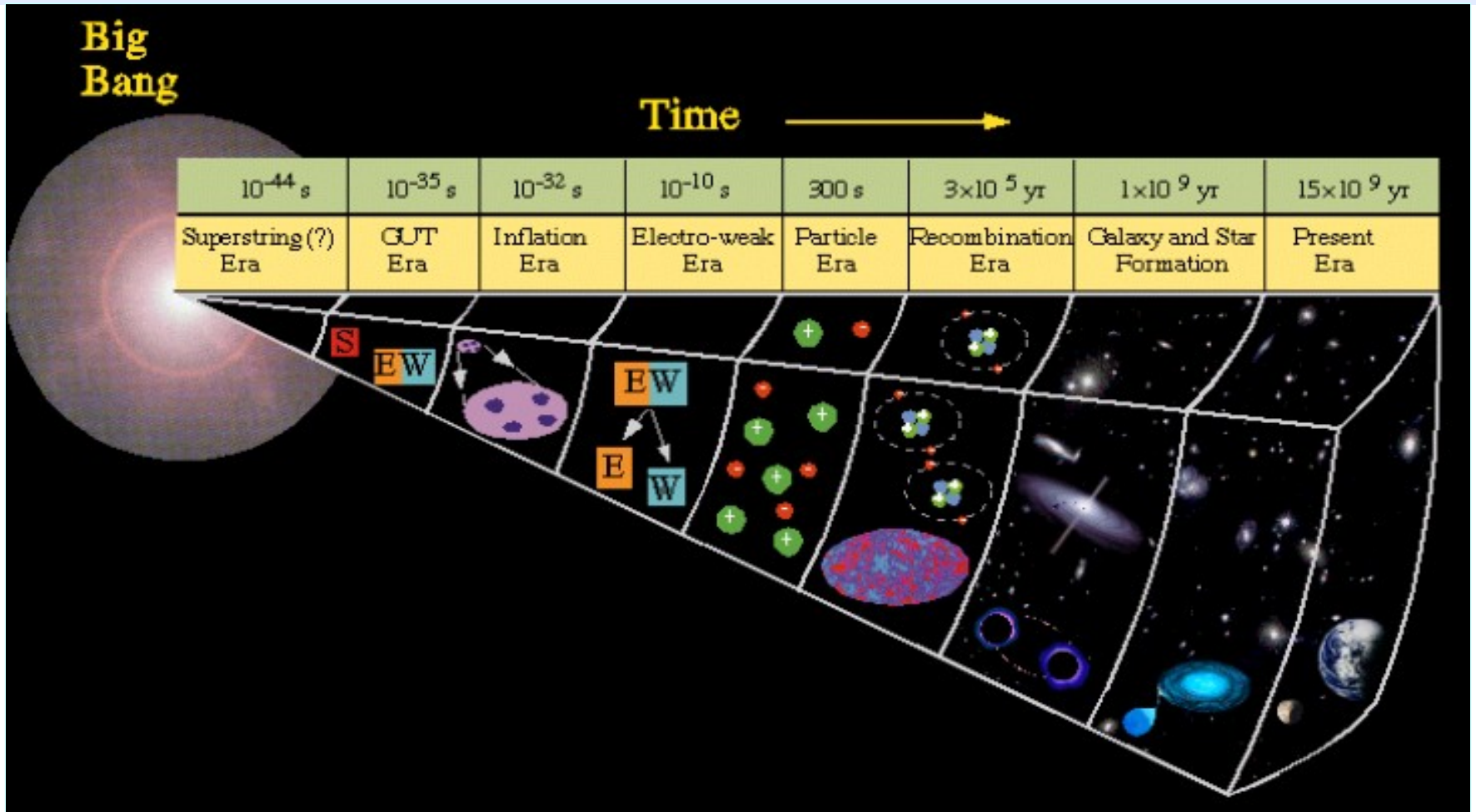
назад във времето

**Времето, необходимо
на светлината да
достигне до нас**

**Астрономите са създали
машина на времето**

A1689-zD1 най-далечната наблюдавана галактика
13 000 000 000 светлинни години (02.2008 г.) - **700** млн г. след **ВВ**

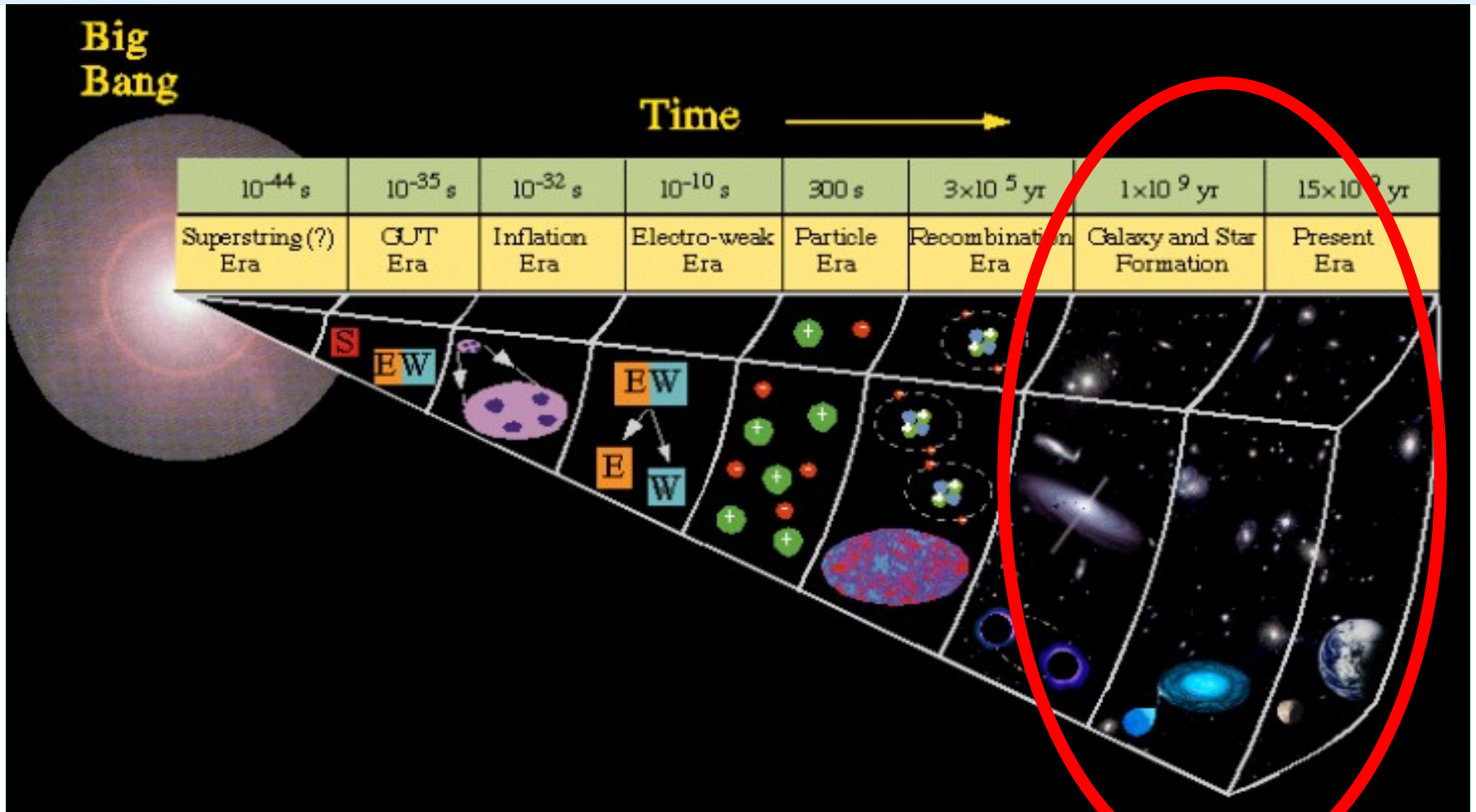
Нашата вселена



Как знаем всичко това?

Какво не знаем?

Нашата вселена



Телескопите ни дават информация до тук ←

Космология на Големия Взрив



- Преди около 15 милиарда години Вселената се е родила, давайки начало на времето и пространството
Голям взрив
- В последващите години Вселената се е разширявала, като едновременно с това е истивала

• Следствия:

- Вселената трябва да се разширява
- Вселената трябва да има измерима температура
- Отношението на химичните елементи е предсказуемо

Еволюция на Вселената

Как ще изглежда пространството във Вселената, зависи от нейното съдържание

$$\Omega_{\text{total}} = \Omega_{\text{M}} + \Omega_{\Lambda} \quad \text{отворена}$$

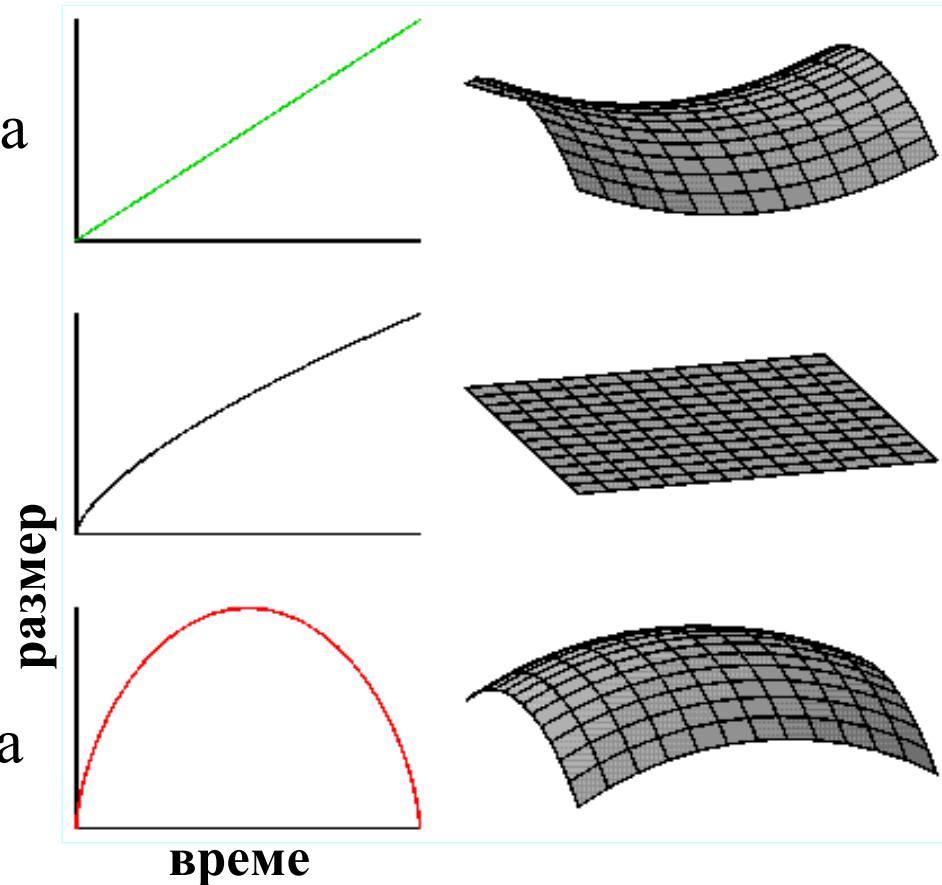
Ω_{M} плътност на материята

Ω_{Λ} плътност на енергията

• $\Omega_{\text{t}} = \Omega_{\text{c}}$ критична
– плоска

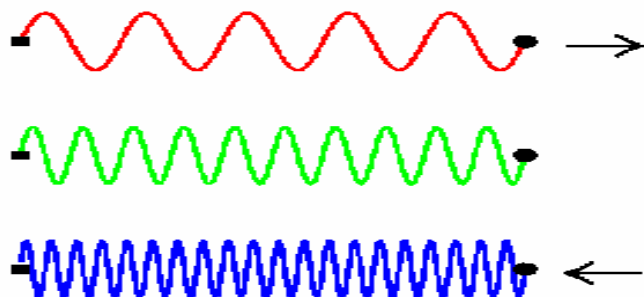
$\Omega_{\text{t}} < \Omega_{\text{c}}$ критична
отворена

$\Omega_{\text{t}} > \Omega_{\text{c}}$ критична
затворена

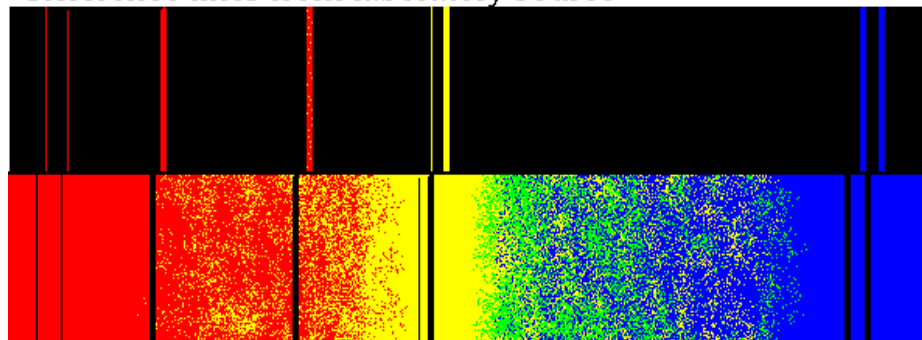


За удобство всички са нормирани на Ω_{c}

Разширение на Вселената



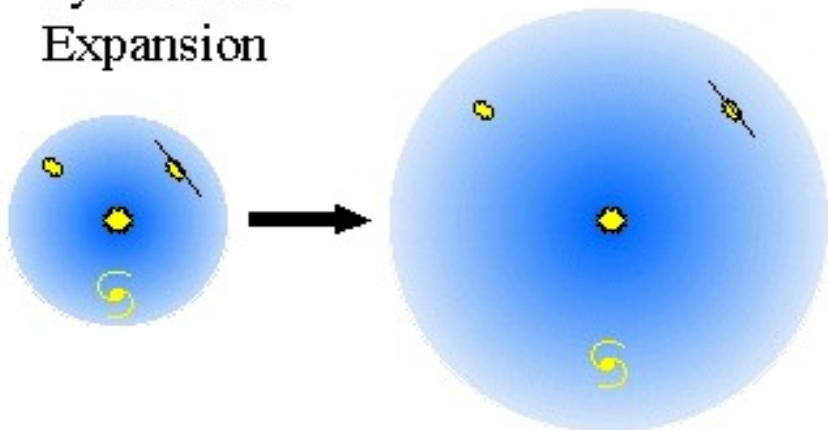
Reference lines from laboratory source



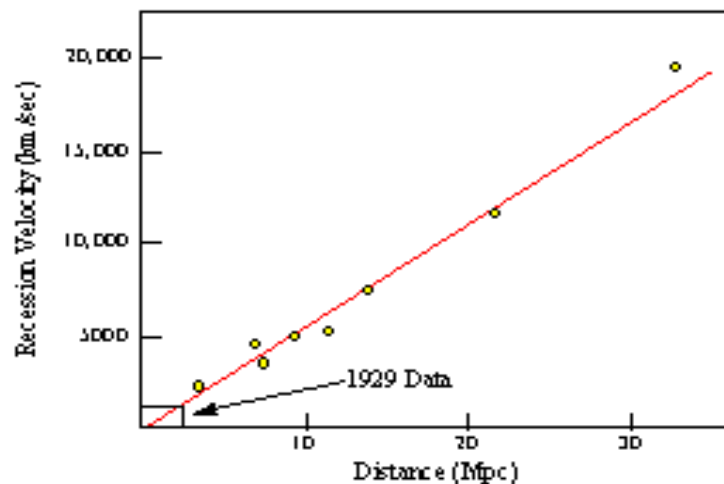
Absorption lines from star

Всички галактики, с изключение на тези от местната група, се разбягват от нас

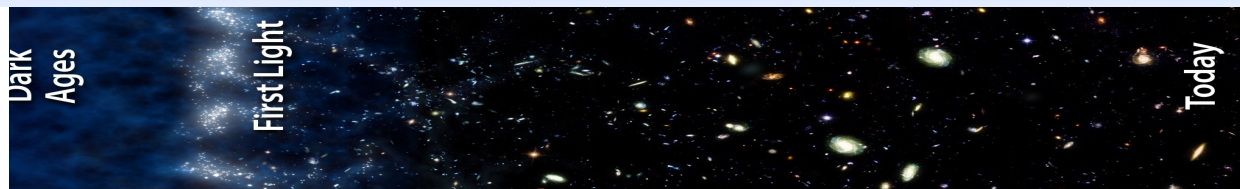
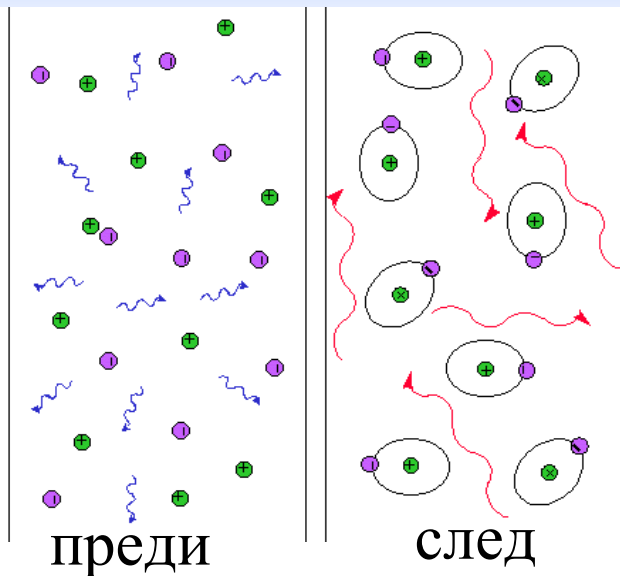
Systematic
Expansion



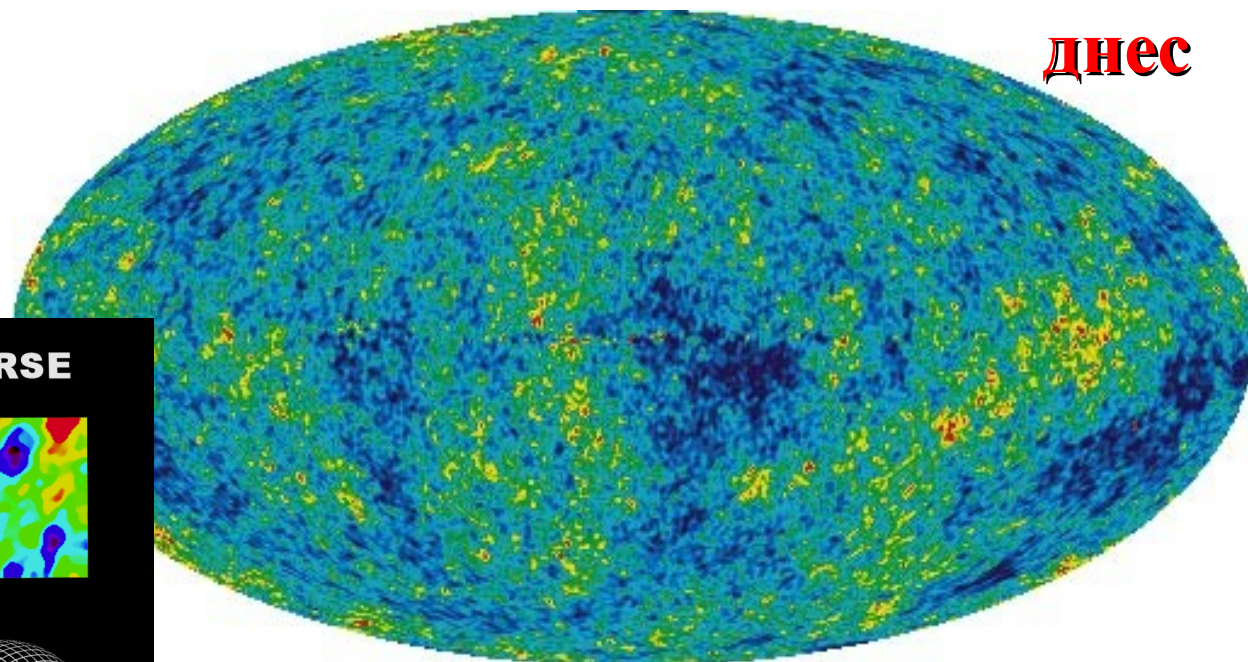
Hubble & Humason (1931)



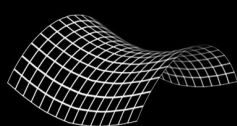
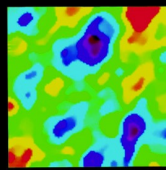
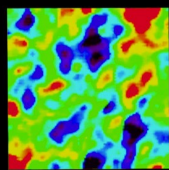
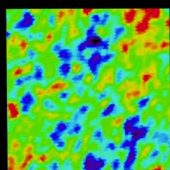
Микровълново излъчване



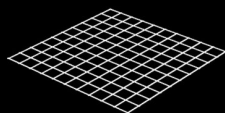
~ 300 000 след Големия Взрив



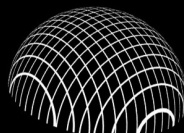
GEOMETRY OF THE UNIVERSE



OPEN



FLAT

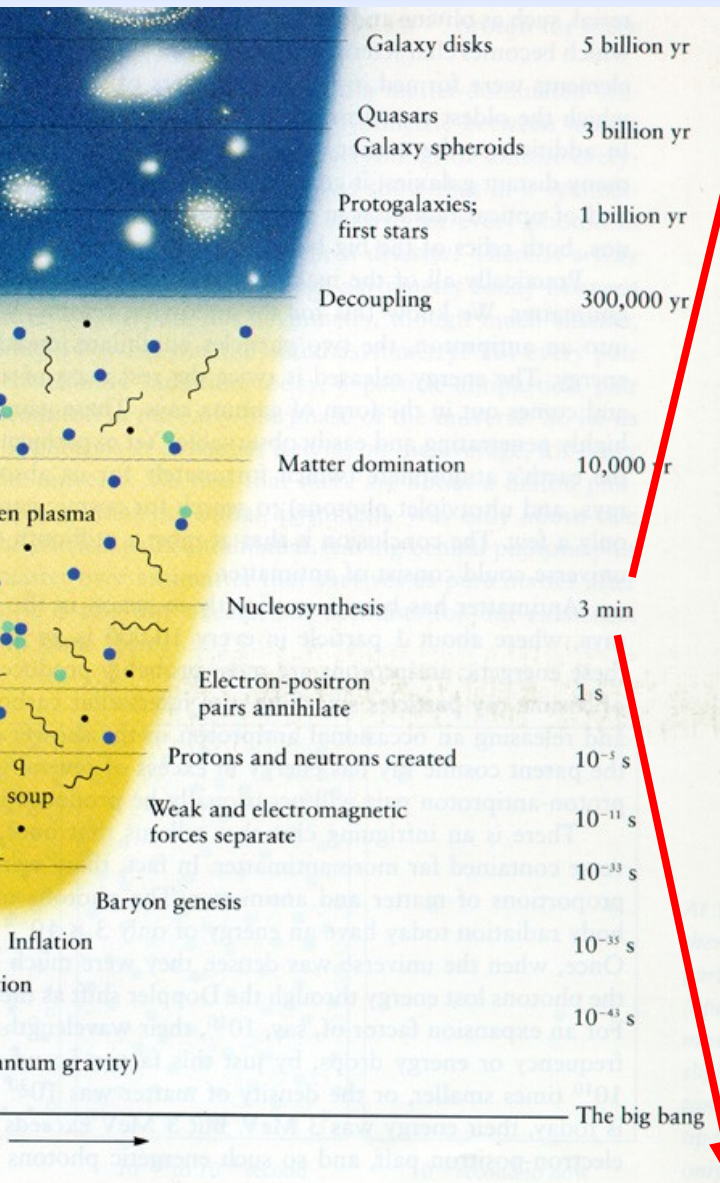


CLOSED

Температура 2.7 К

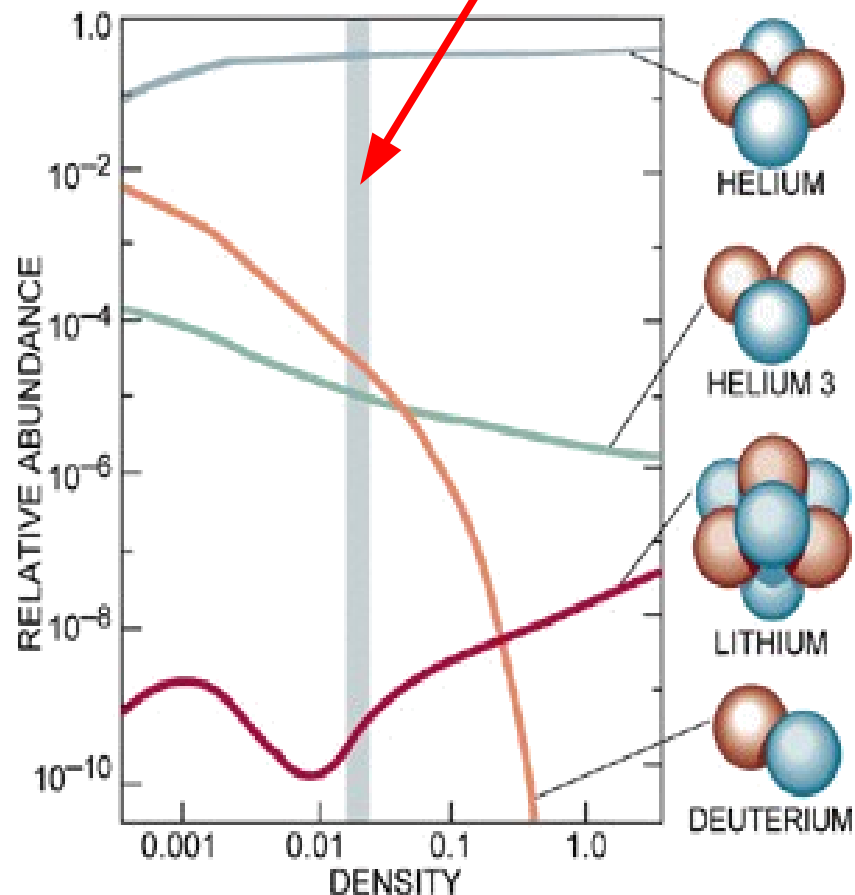
Вселената е еднородна, изотропна
и пространството е плоско!!!

Синтез на елементите

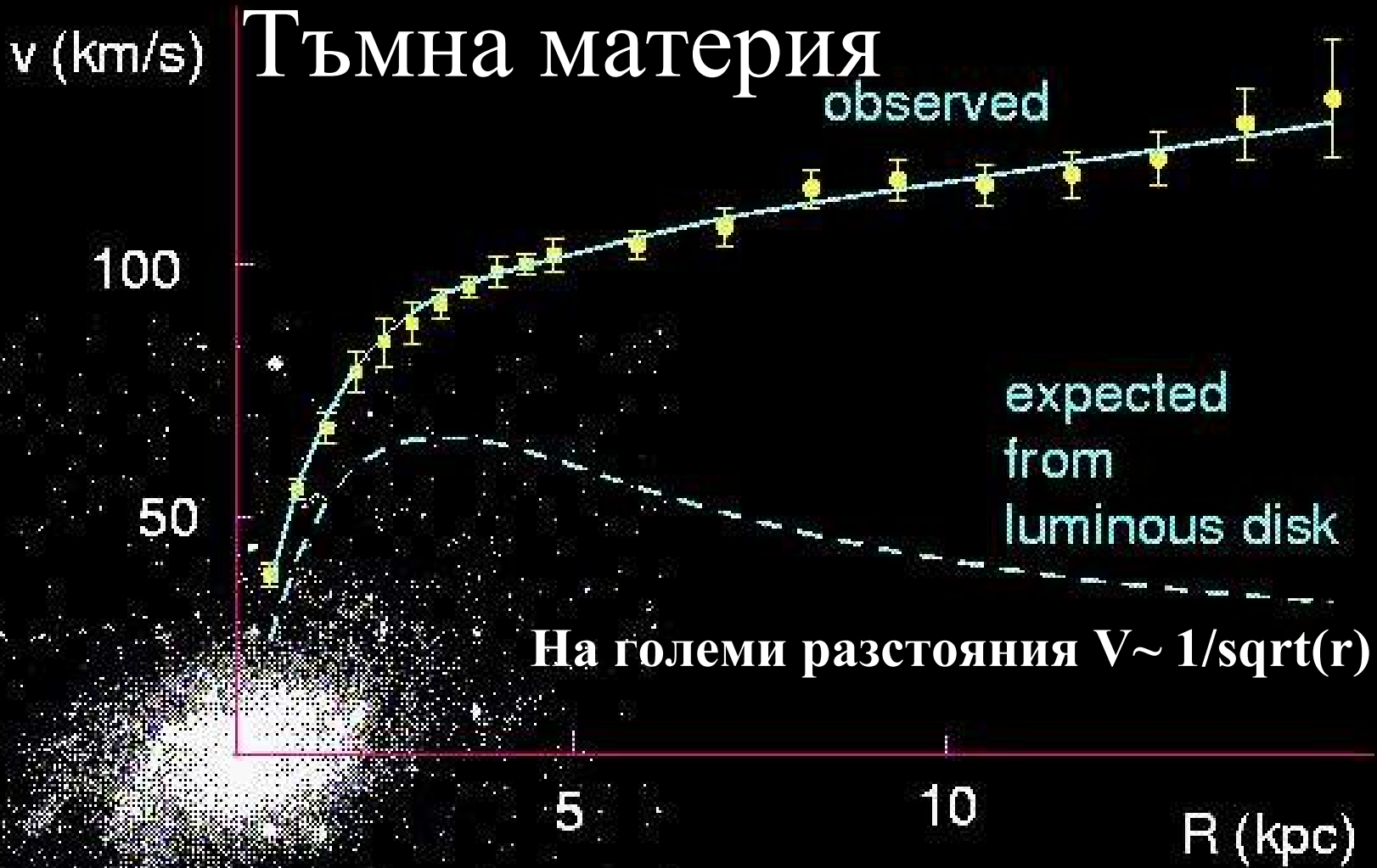


75 % H, 25% He

наблюдаваме

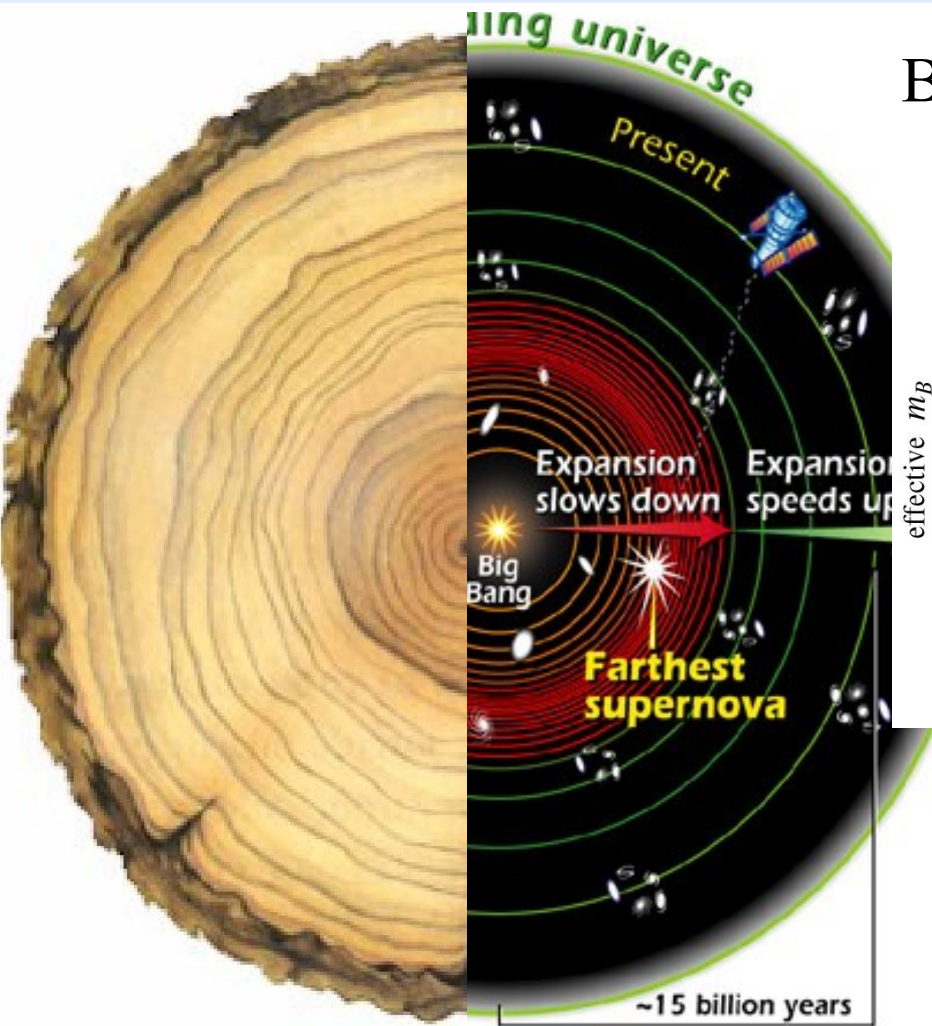


Плътноста на познатата ни материя е **4% от критичната**

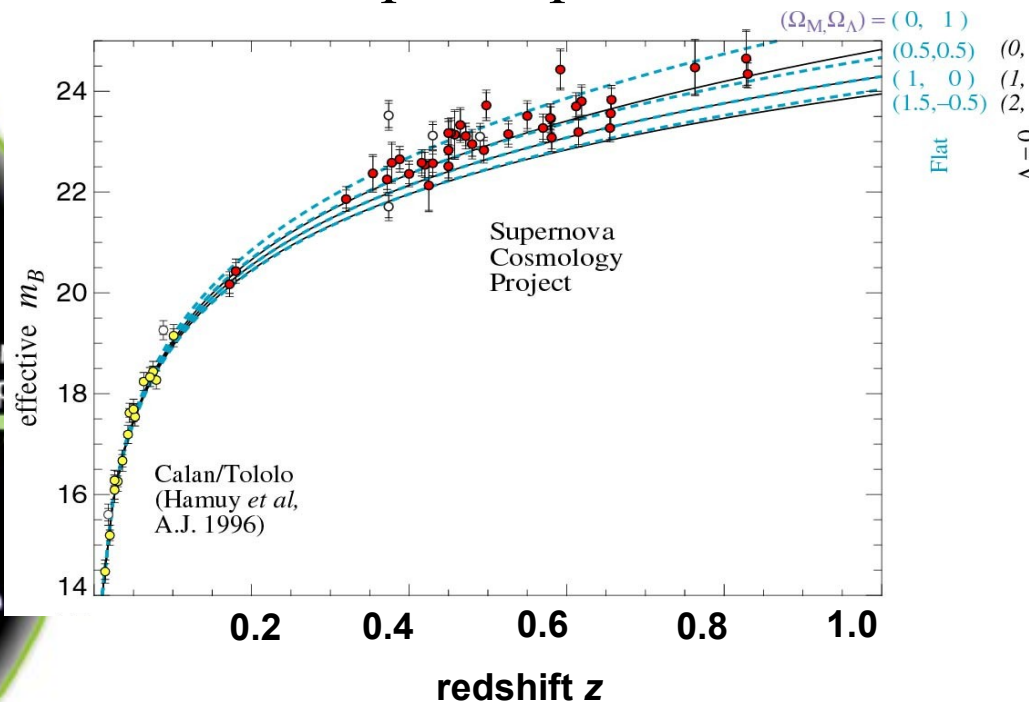


M33 rotation curve

Разширяващата се Вселена



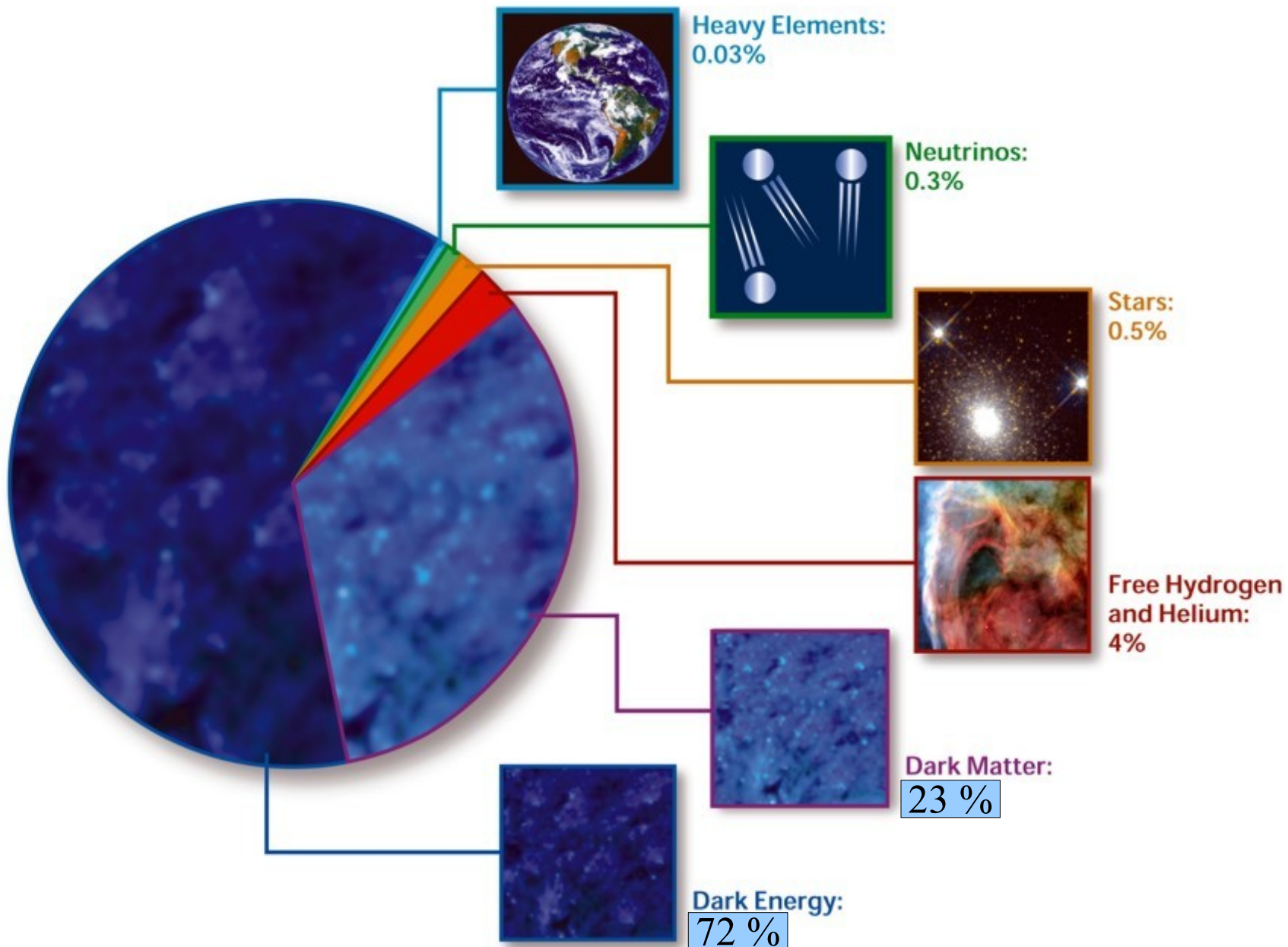
Вселената се разширява забавящо



След един момент започва ускорително разширение

Антигравитация – тъмна енергия

Съдържание на Вселената



КОСМОЛОГИЧНИ ДАННИ

- Космологията ни дава информация за това, как е изглеждала вселената
 - Днес: плоска ($\rho = 1$, тъмна материя, тъмна енергия)
 - **1 000 000 000** години след големия взрив – телескопи
 - **300 000** години след големия взрив – микровълнов фон
 - **3 мин.** след Големия взрив – синтеза на ядрата

Но

- Как са възникнали протоните, неутроните и електроните?
- Какво ги държи заедно, как си взаимодействат?
- Какво представлява тъмната материя?
- Какво представлява тъмната енергия?
- Какво ще стане с Вселената след време?

Какво е управлявало Вселената преди 3-тата минута ?

Търсене на отговорите

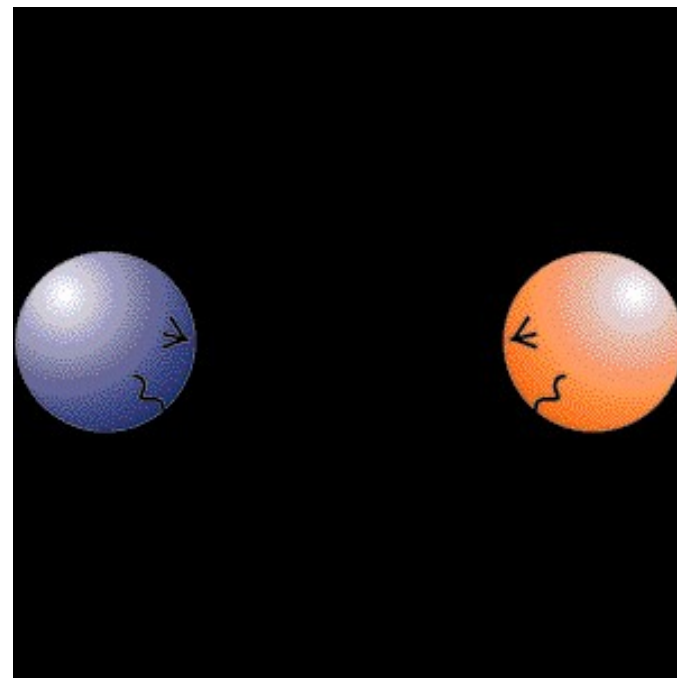
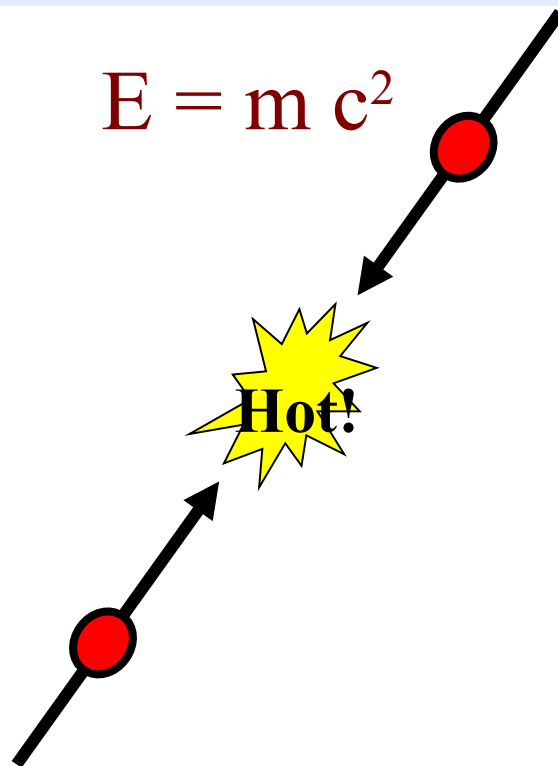
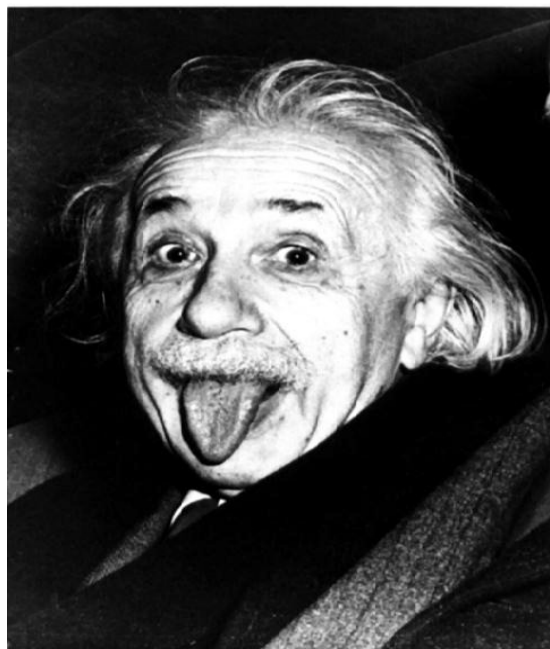
- Възпроизвеждане на условията, които са били в ранната Вселена
- Ако вземем лед и започнем да го нагряваме
 - Ледът се стапя до вода
 - Водата се изпарява
 - Парата се разделя на водород и кислород
 - Електроните се откъсват от ядрата на атомите
 - Ядрата се разделят на протони и неутрони
 - Протоните и неутроните се разтопяват



Увеличаване на температурата

Как да се достигне температура (енергия) близка до тази малко след Големия Взрив?

Енергия и материя

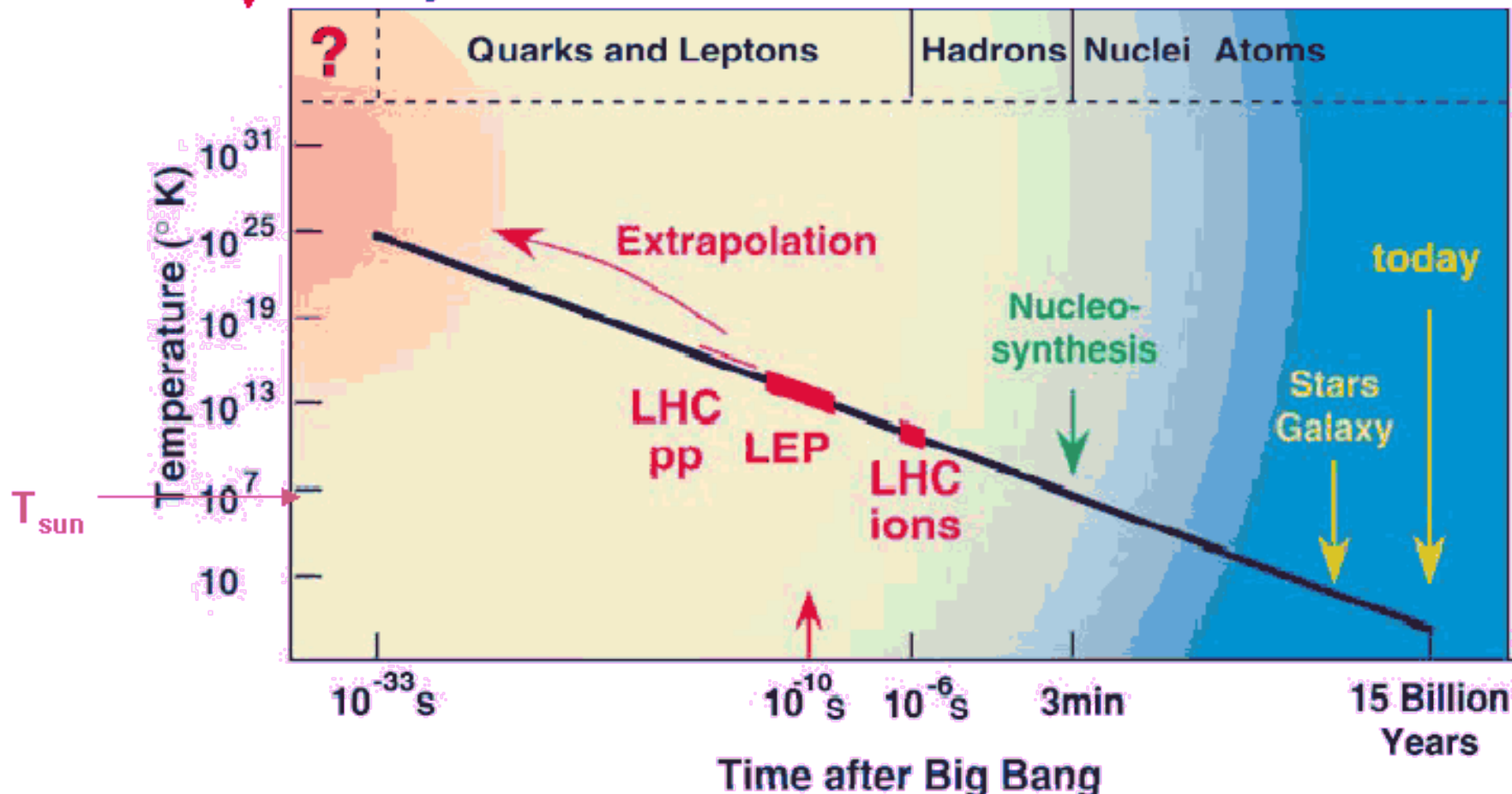


Физика на елементарни частици

Археология на Вселената

Metaphysics Quantum Gravity

Electroweak Transition



Светът около нас

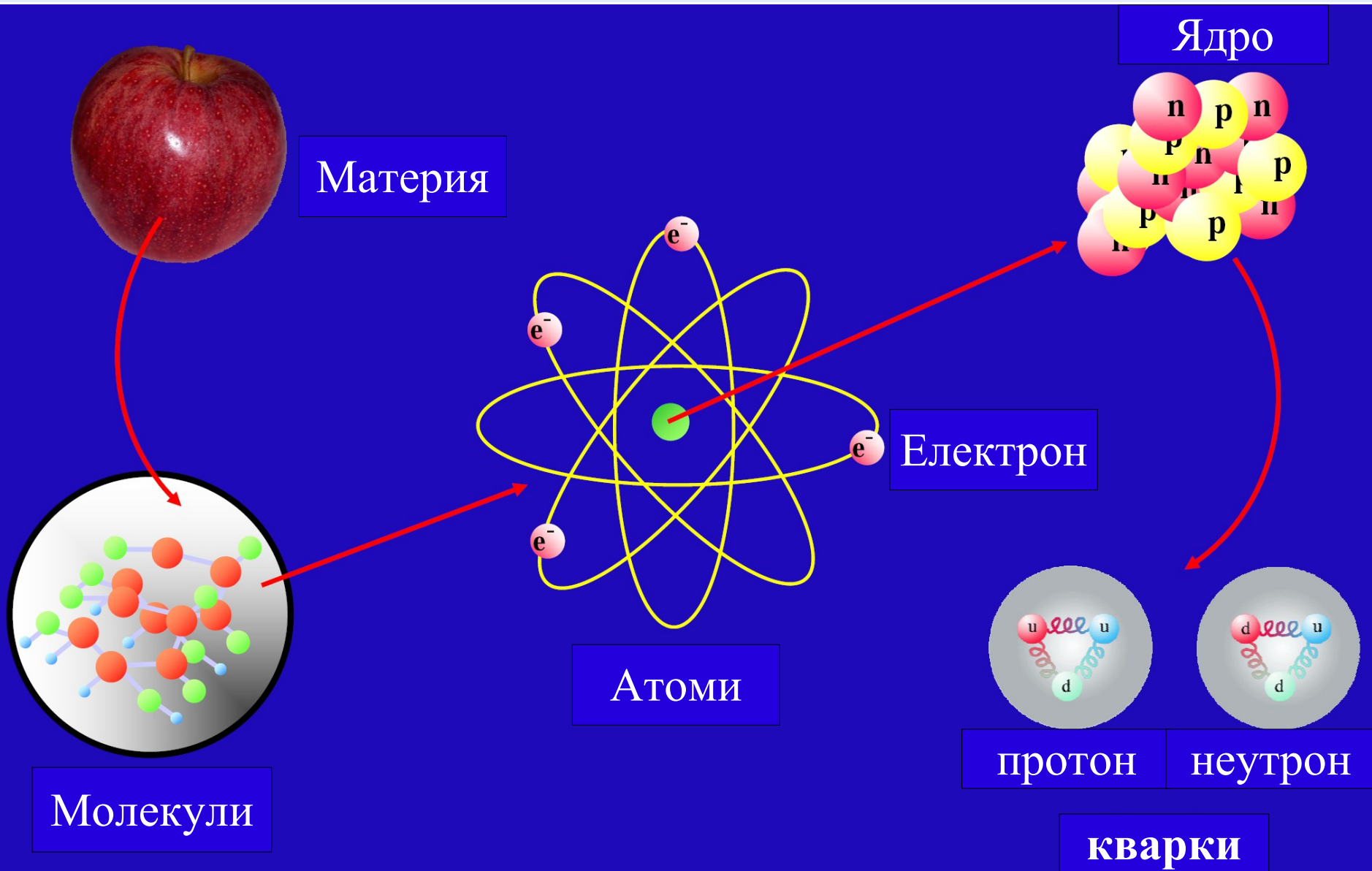


Според древните гърци

- Въздух
- Вода
- Огън
- Земя

(c) Andy Brice 1998

СВЕТЪТ ОКОЛО НАС



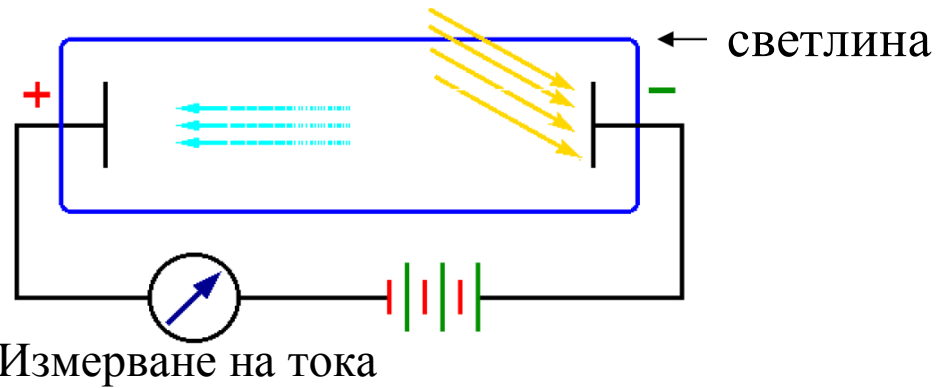
От големи към малки

Де Бройл:

Частичите имат и вълнови свойства

$$\lambda = \frac{h}{p}$$

h – константа на Планк
 p – импулс



Светлината е поток от частици

$$E = h \nu$$

$$h = 6.626 \times 10^{-34} \text{ J s}$$

Единици във физиката на частиците

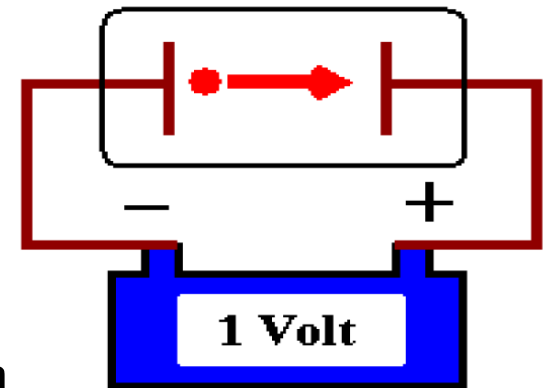
Електронволт (eV): *кинетичната енергия, която получава електрон, изминавайки потенциална разлика от 1 V*

$$E = mc^2$$

маса: eV/c^2 , импулс: eV/c

$$c = h = 1$$

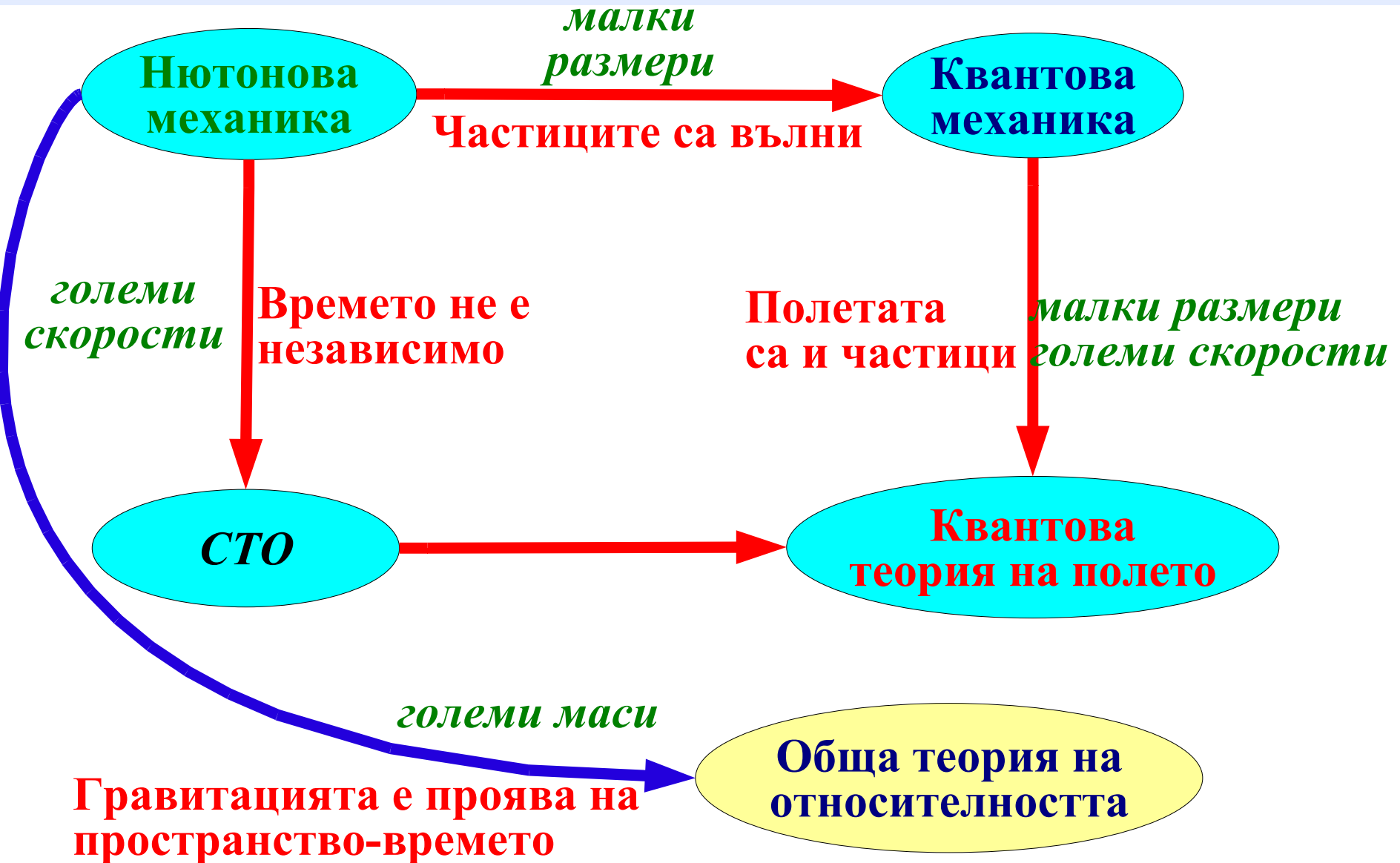
Маса на протона
 $M_p \sim 1 \text{ GeV}$



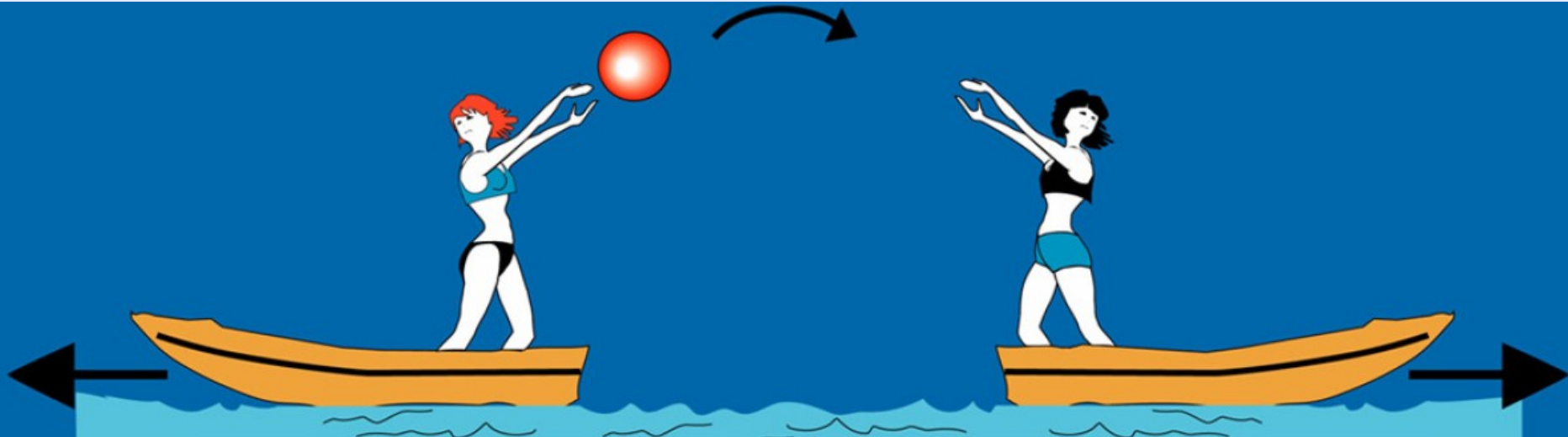
Модели във физиката



Модели във физиката



Взаимодействия



Частичките си взаимодействат посредством обмен на **частици**

Електромагнитно: :)

Силно: *придържа протоните и неутроните в ядрото*

Слабо: *Енергия на слънцето, радиоактивно разпадане*

Гравитационно: *държа ни на Земята*

Взаимодействащи си частици + преносители на взаимодействие

Стандартен Модел

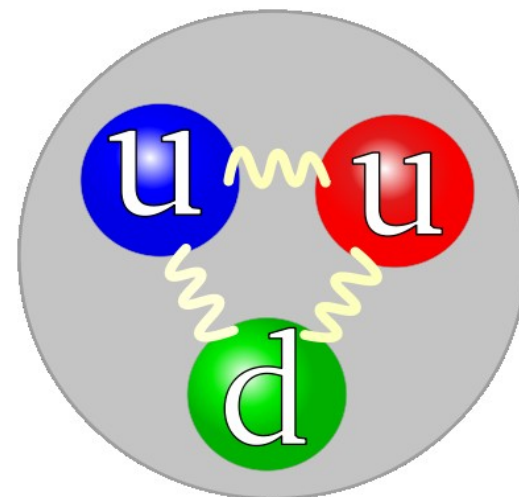
Не включва гравитация !!!

Елементарни частици

Всички частици, изграждащи материята, имат **спин $1/2$ – фермиони**

Leptons spin = 1/2			Quarks spin = 1/2		
Flavor	Mass GeV/c ²	Electric charge	Flavor	Approx. Mass GeV/c ²	Electric charge
ν_e electron neutrino	$<1 \times 10^{-8}$	0	u up	0.003	2/3
e electron	0.000511	-1	d down	0.006	-1/3
ν_μ muon neutrino	<0.0002	0	c charm	1.3	2/3
μ muon	0.106	-1	s strange	0.1	-1/3
ν_τ tau neutrino	<0.02	0	t top	175	2/3
τ tau	1.7771	-1	b bottom	4.3	-1/3

Структура на протона



Заряд: $2/3 + 2/3 - 1/3 = 1$

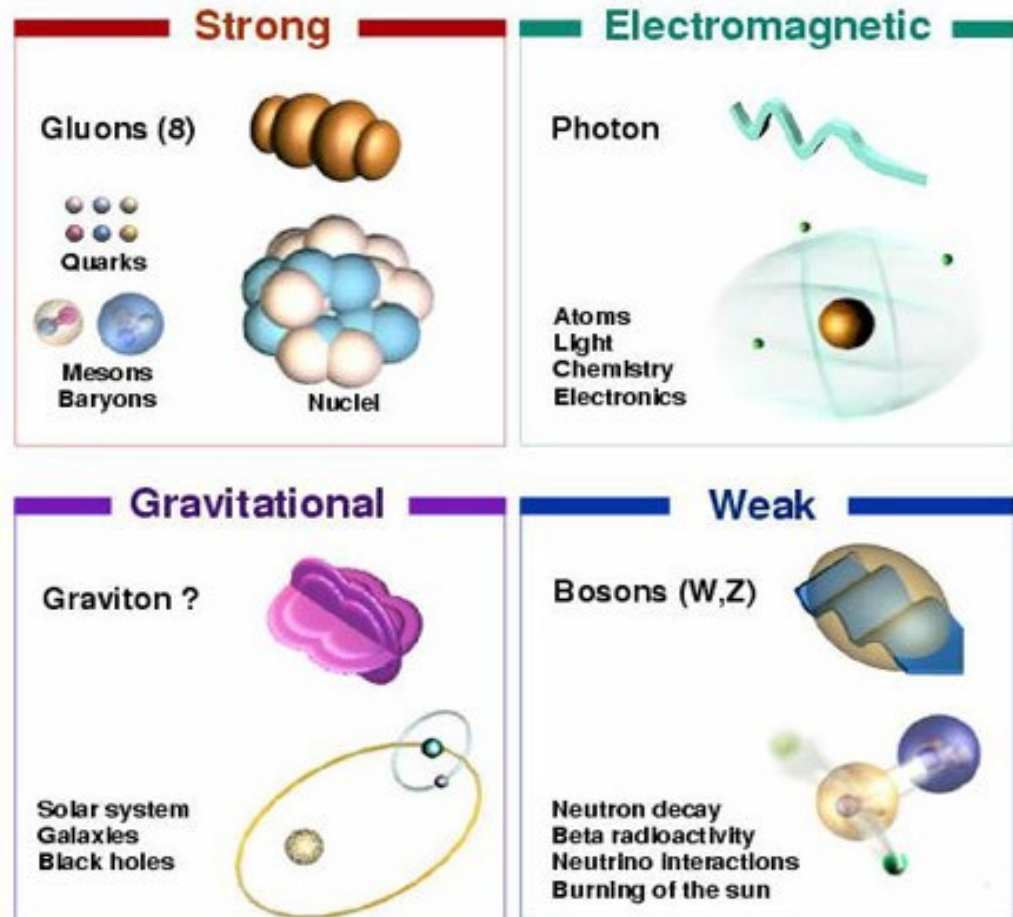
Кварки – частици, участващи в силните взаимодействия
Лептони – леки частици

На всяка частица съответства античастица
материя-антиматерия

Взаимодействия

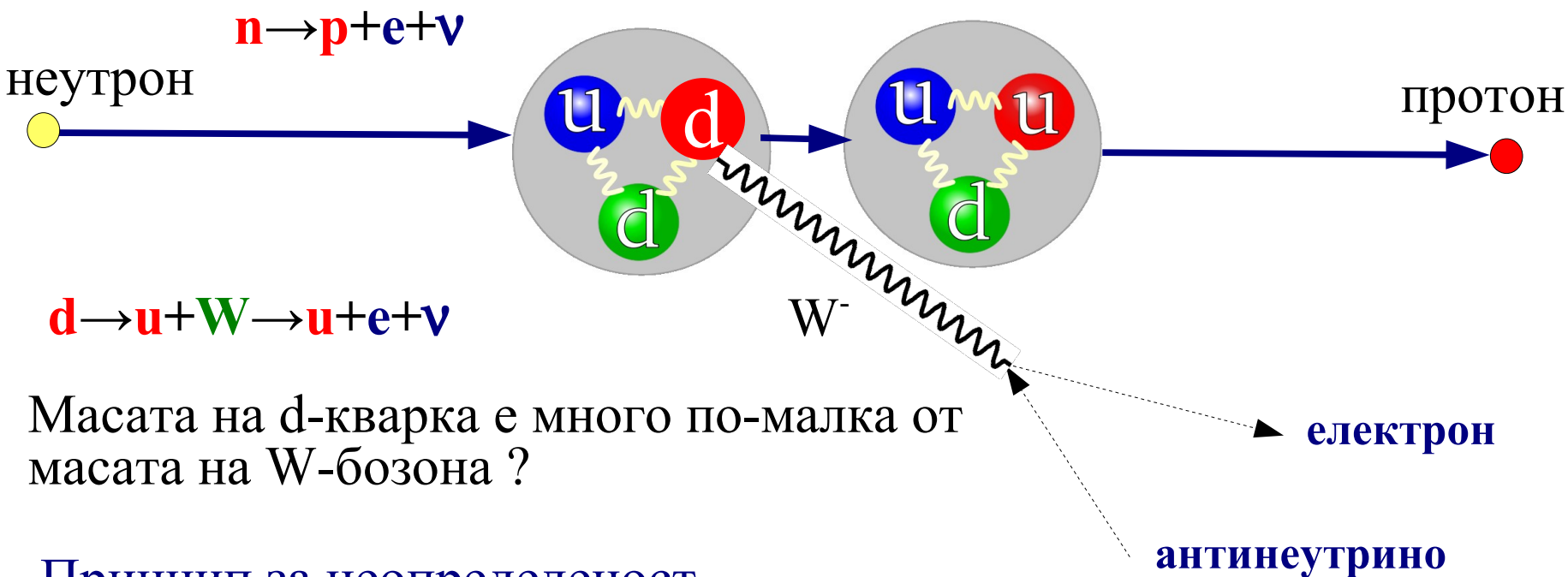
Всички преносители за бозони – *спин 1*

- Силни
 - глюон, $M_g = 0$
 - Относителна сила - 1
- Електромагнитни:
 - фотон, $M_\gamma = 0$
 - Относителна сила – 10^{-2}
- Слаби
 - W,Z бозони
 - $M_W = 80.43 \text{ GeV}$,
 - $M_Z = 91.19 \text{ GeV}$
 - Относителна сила – 10^{-7}
- *Гравитационно*
 - *гравитон ?*, $M=0$, *спин 2*
 - *Относителна сила – 10^{-38}*



The particle drawings are simple artistic representations

Взаимодействия



Масата на d-кварка е много по-малка от масата на W^- -бозона ?

Принцип за неопределеност

$$\Delta x \Delta p_x \approx \hbar$$

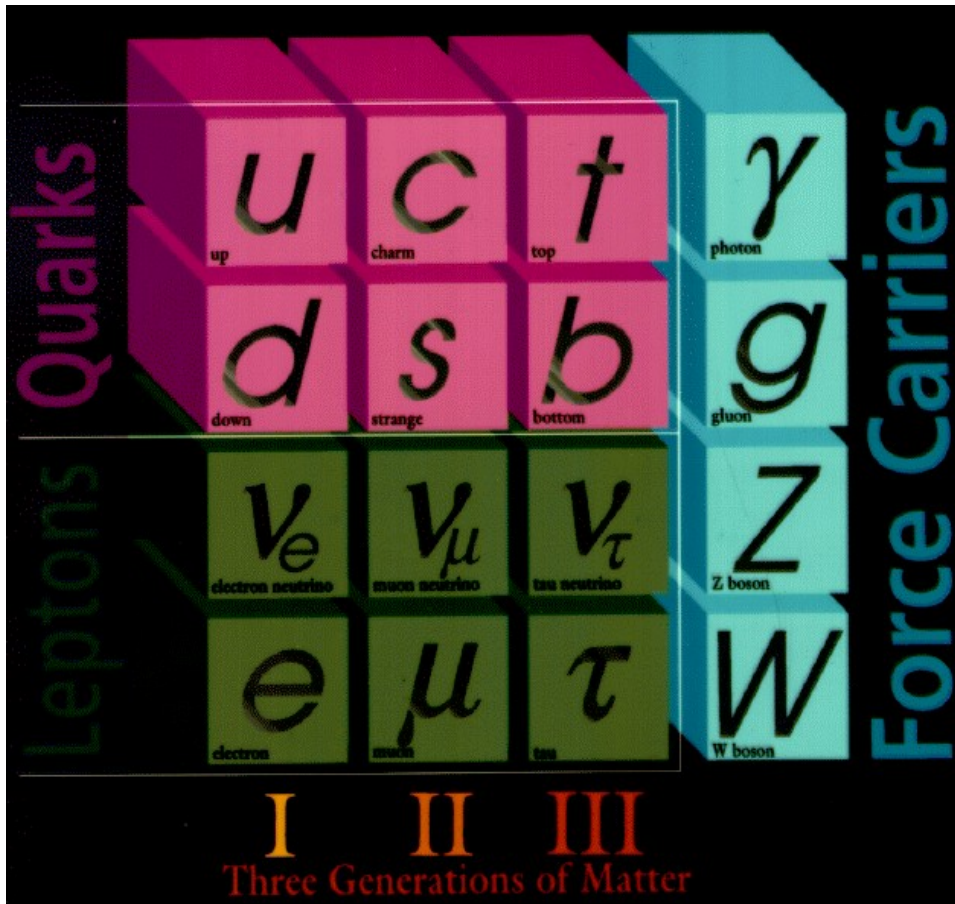
Измерването на координатите нарушава състоянието на частицата – не знаем p

$$\Delta E \Delta t \approx \hbar$$

Същото важи и за енергията:

квантовата механика позволява нарушаването на 3ZE за много кратко време!

Стандартен Модел



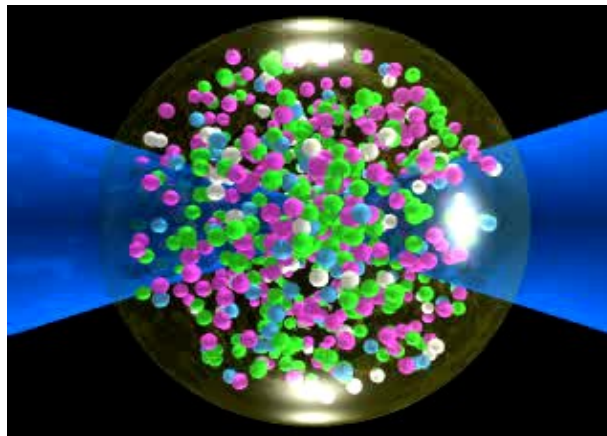
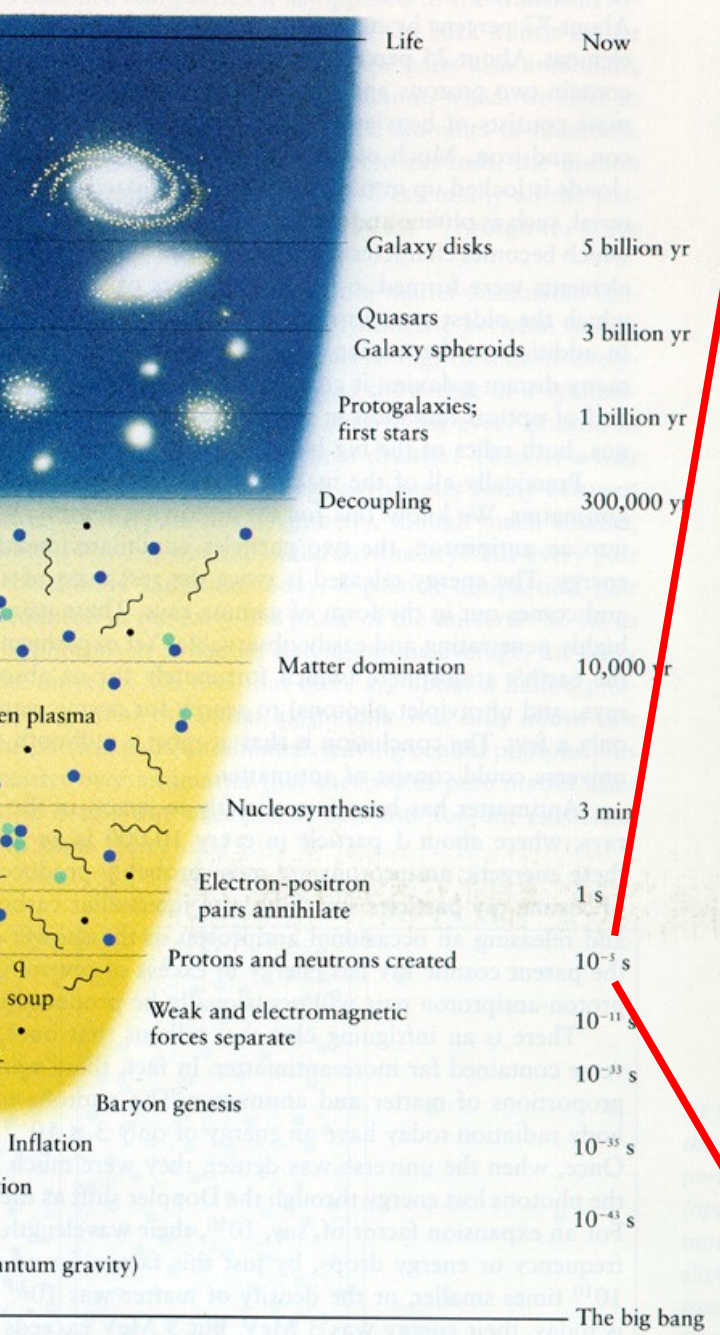
Масите на частиците се описват посредством взаимодействието им с едно ново поле – механизъм на Higgs

Резултат – нова частица:

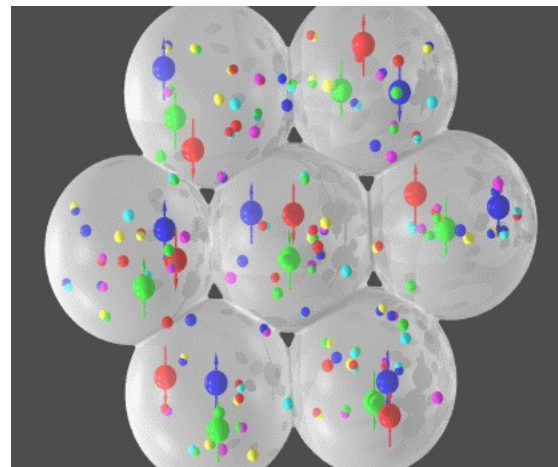
H-бозон

Все още не е открита

Обединение на слабите и електромагнитните взаимодействия

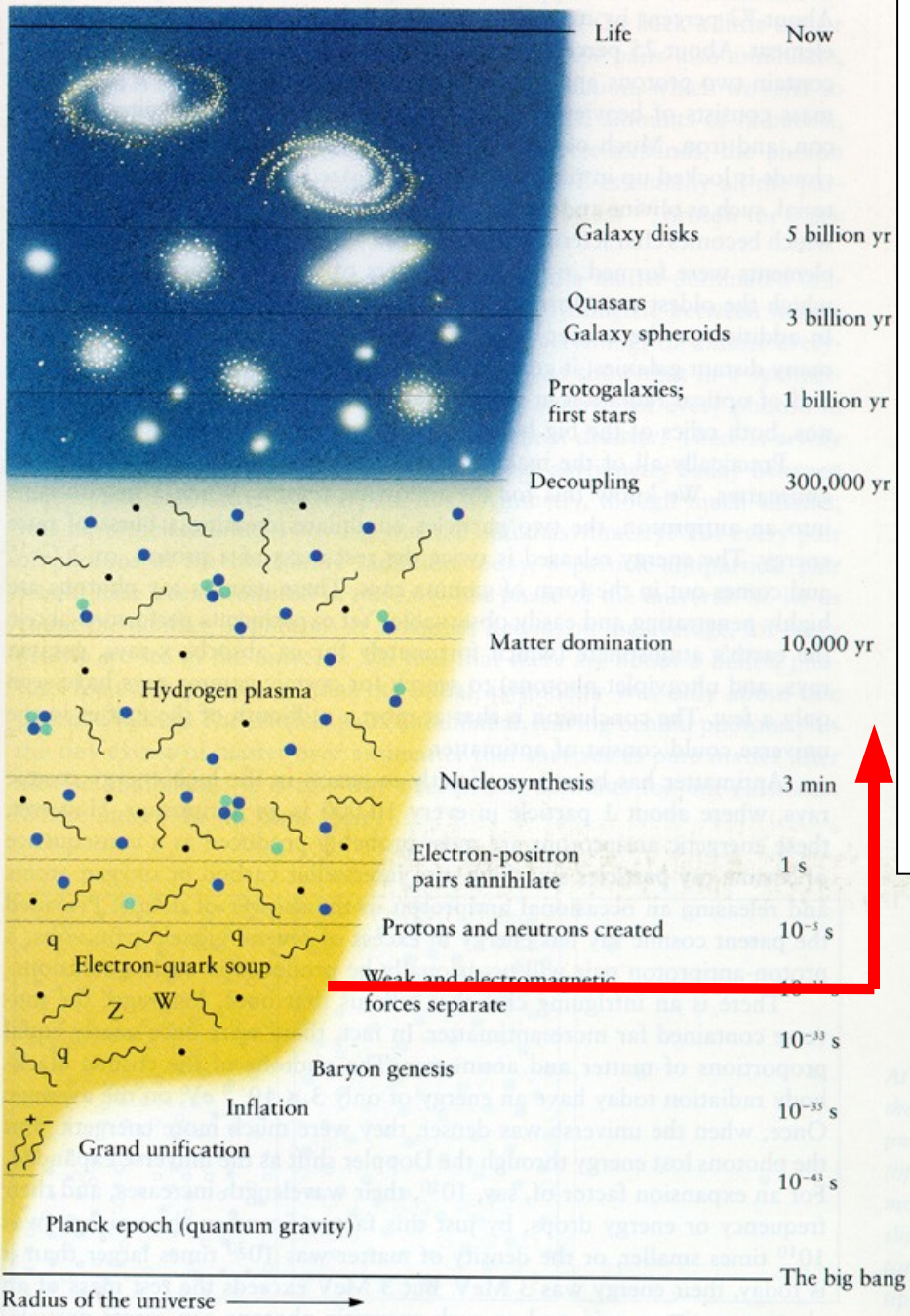


**Кварк-глюонна
плазма**



Свързани кварки

**протони
неутрони**



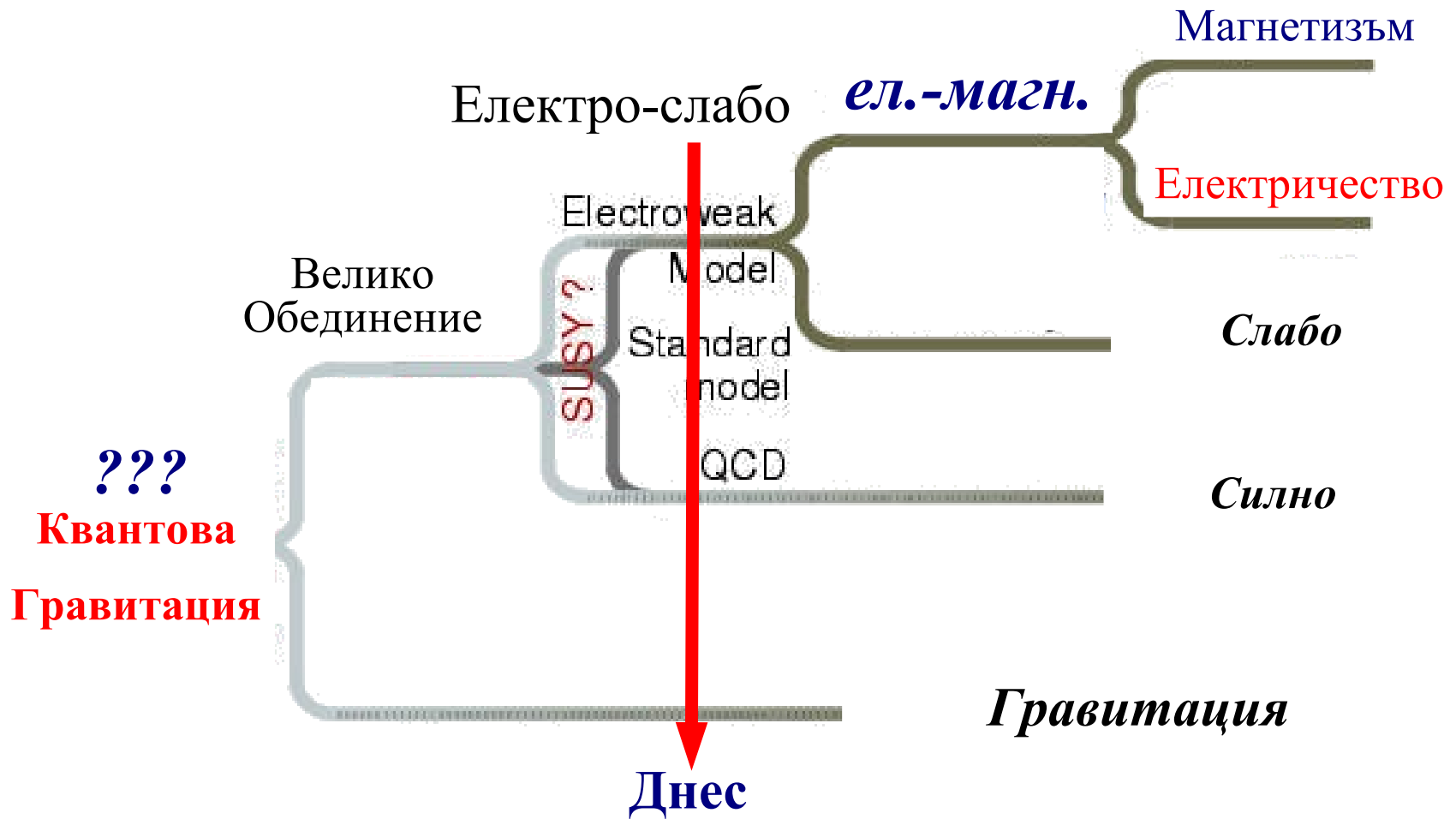
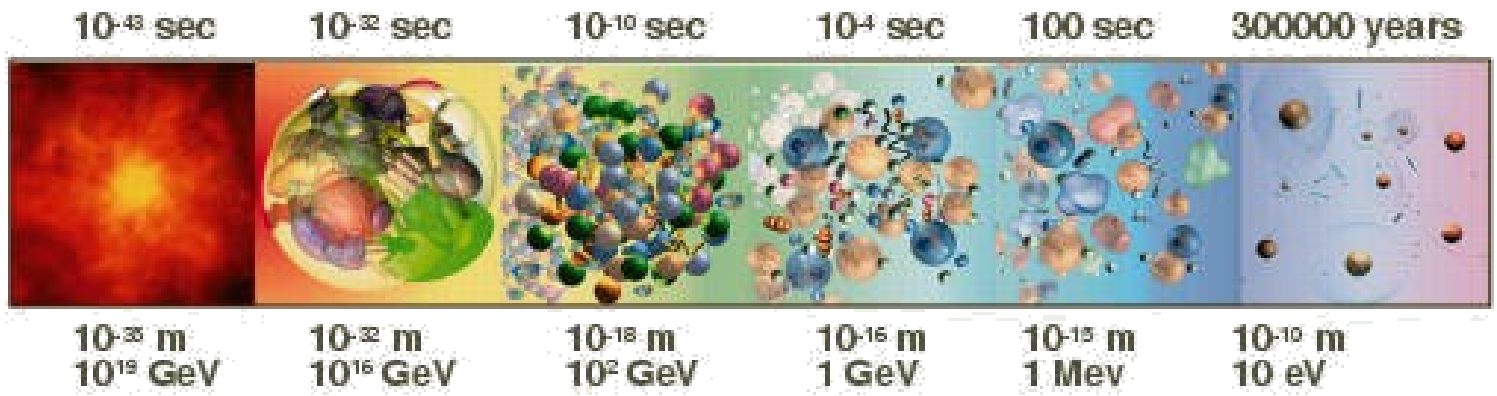
Къде сме ние

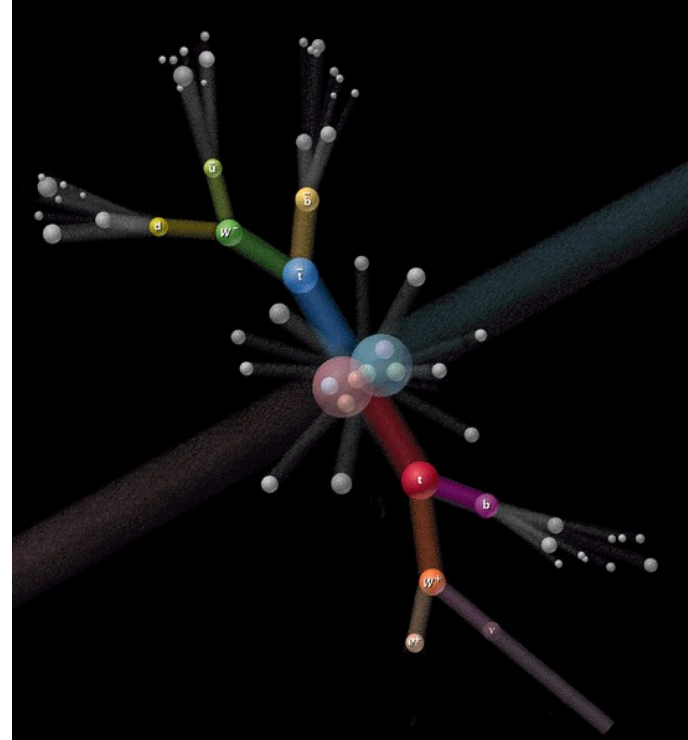
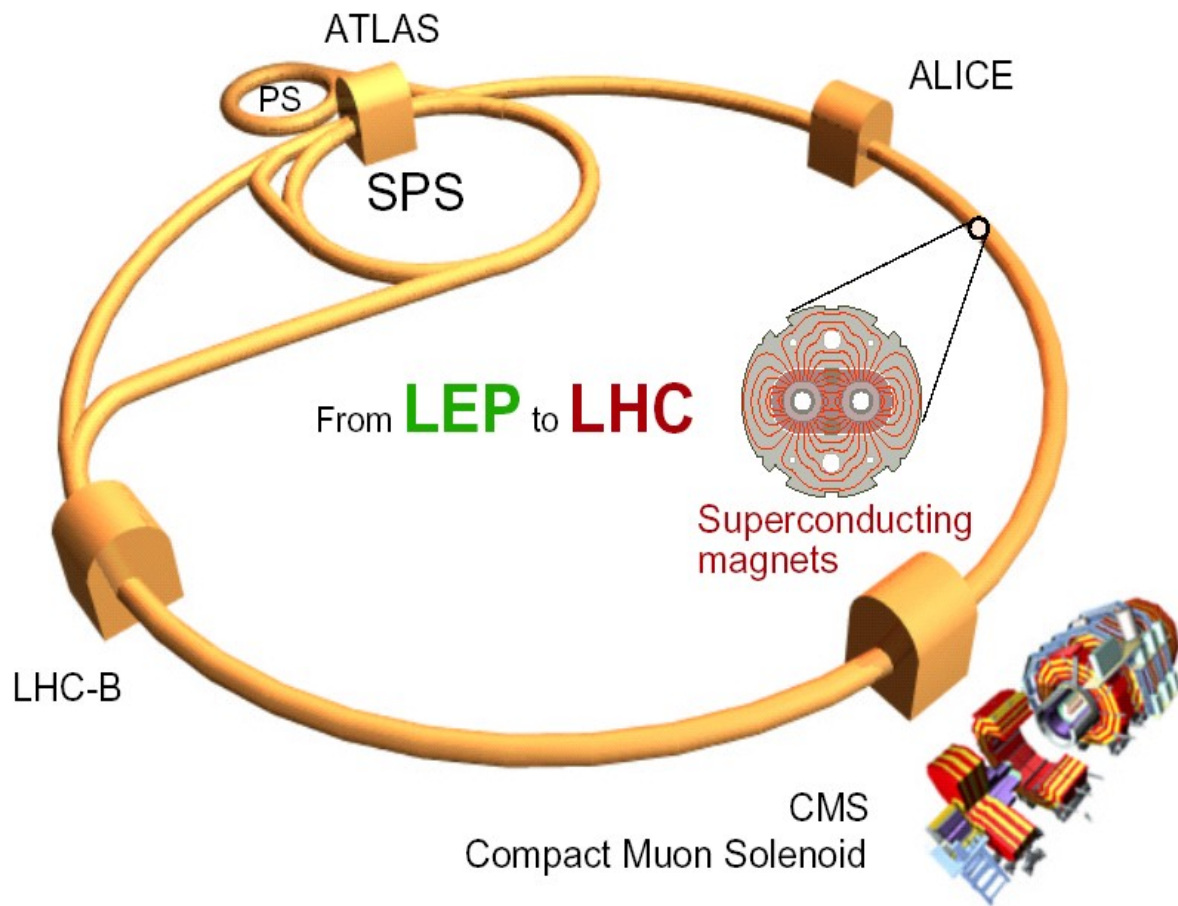
- 1 000 000 000 – първи галактики
- 300 000 г. – Прозрачна Вселена (формиране на атоми)
- 3 мин – синтез на ядра – H, He, ...
- 1 s. – аниhilация на електрони и позитрони
- 10⁻⁵ сек. – формиране на неутрони и протони
- 10⁻¹¹ сек – разделяне на Слаби и ЕМ взаимодействия

Защо има само материя?

Тъмна материя?

Тъмна енергия?





	Beams	Energy	Luminosity
LEP	e ⁺ e ⁻	200 GeV	10 ³² cm ⁻² s ⁻¹
LHC	p p	14 TeV	10 ³⁴
	Pb Pb	1312 TeV	10 ²⁷

Този ускорител е:

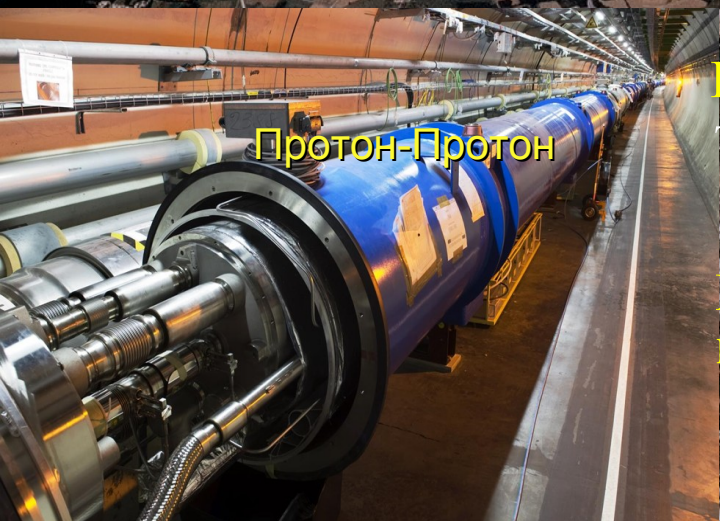
Най-бързата писта на нашата планета: Трилион протони обикалят 27 km пръстен 11000 пъти в секунда

Най-празното място в Слънчевата система – за да се ускорят частиците до скорости, близки до скоростта на светлината, е необходим вакуум. На Луната има 10 пъти повече атмосфера, отколкото в ускорителя.

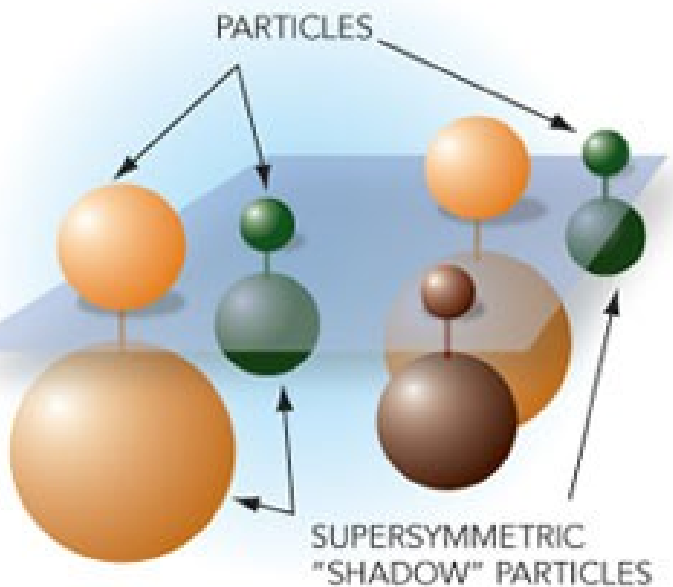
Най-горещото място в Галактиката. При сблъсъка на два протона се достига температура 100000 пъти по-висока, отколкото в центъра на Слънцето

Най-студеното място във Вселената – 40000 t при температура на течния хелий -1.8 K

Машина на границата на технологичните и научните възможности !



Суперсиметрия



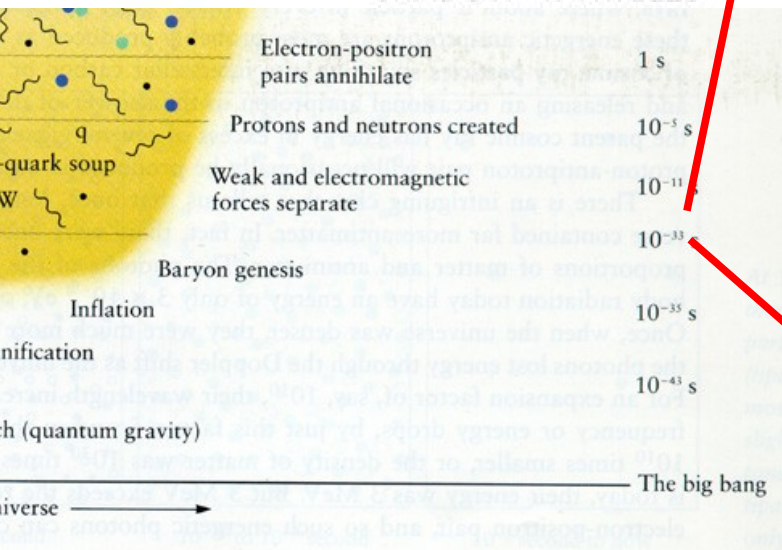
Как да обединим?

Гравитация - пространство-време

EW, Силни - вътрешна симетрия

Суперсиметрия – симетрия между бозони и фермиони, съпоставя на всяка позната частица - партньор

Единствения познат начин за обединение на пространствени и вътрешни симетрии



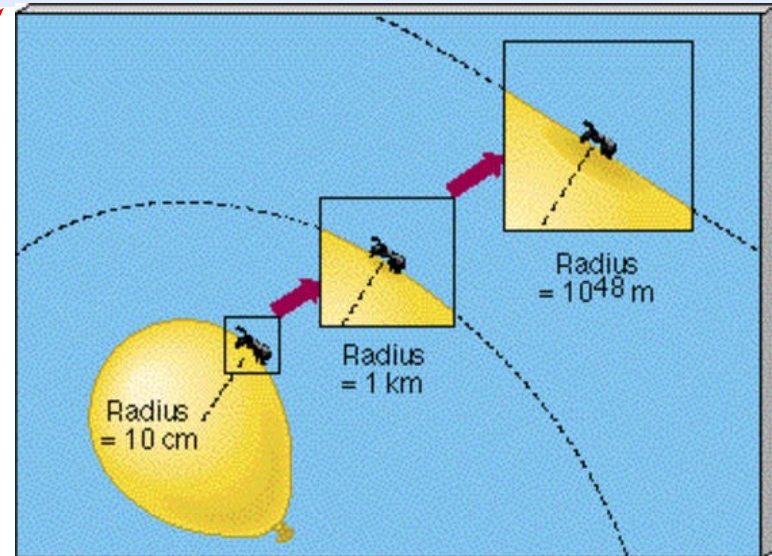
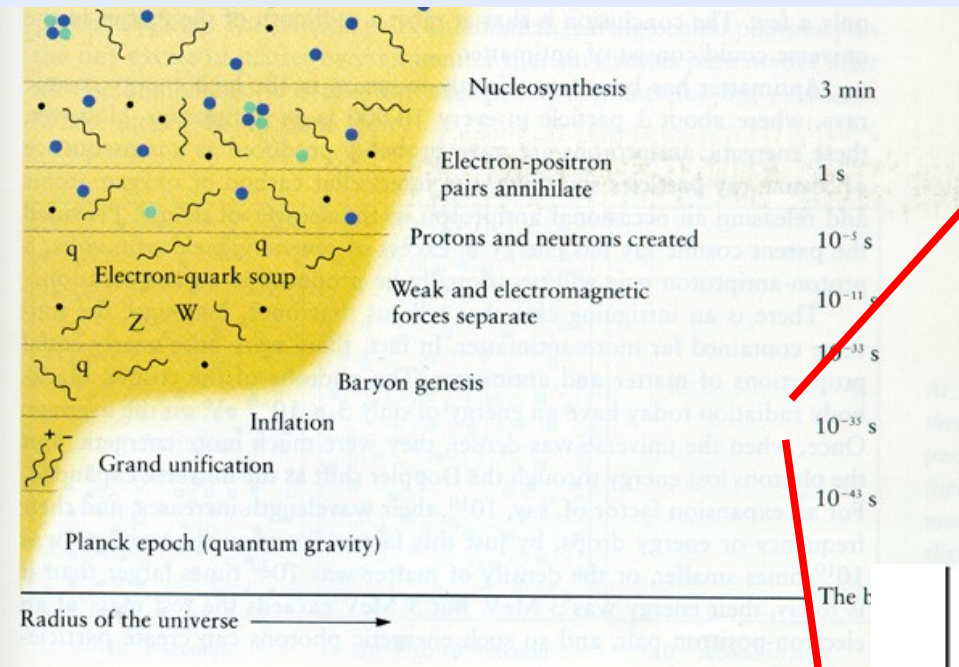
Тъмна материя

Суперсиметрични частици:
неутралина

Нови начини за генериране на асиметрия материя-антиматерия

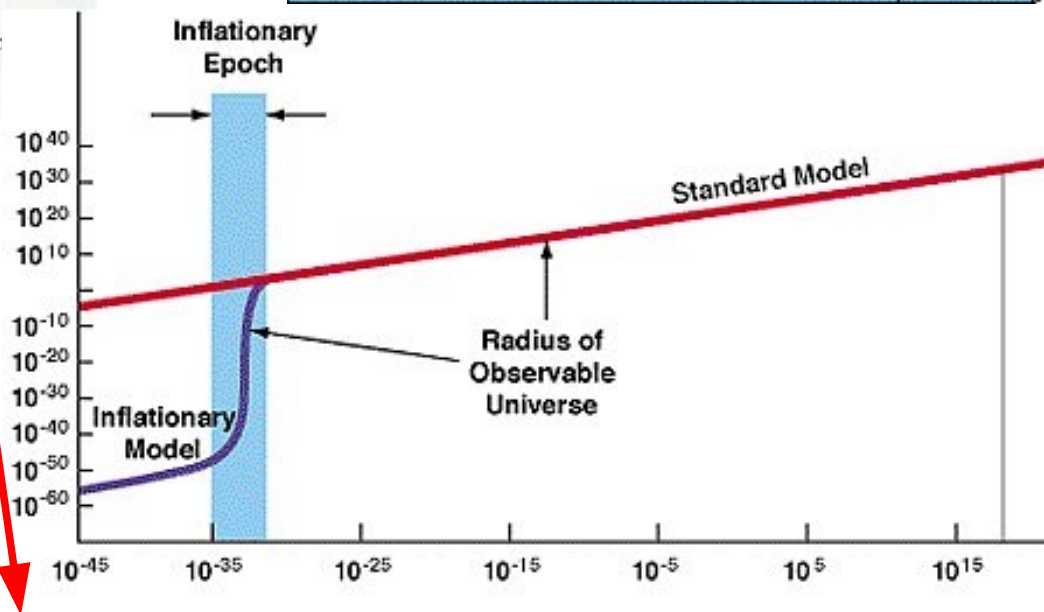
Защо няма антиматерия

Инфляция

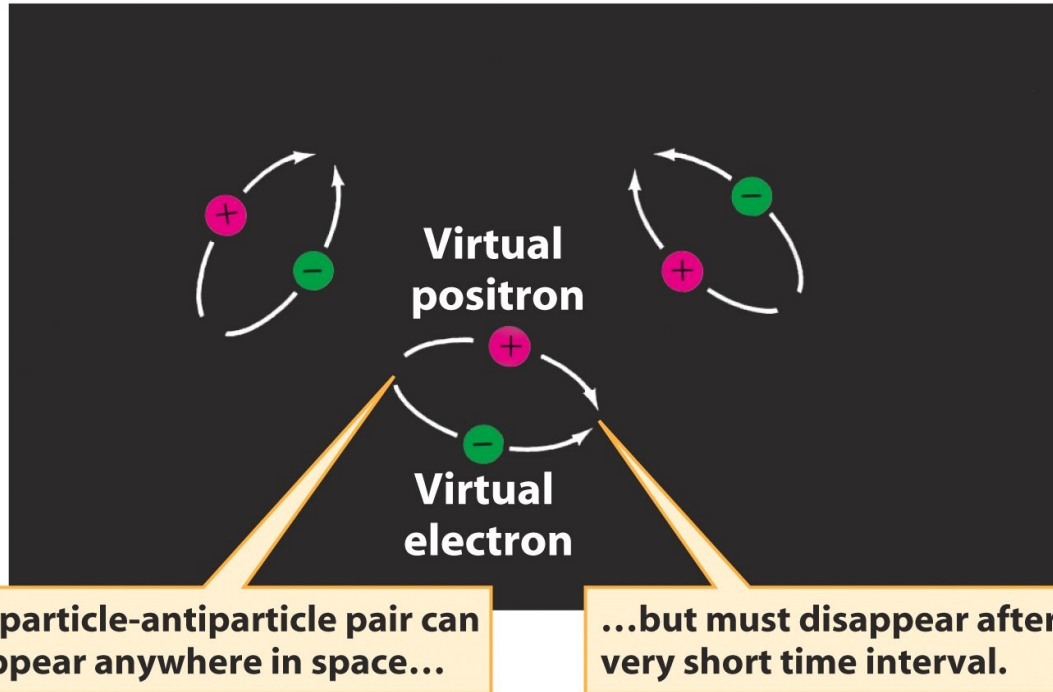


Скоростно разширение на Вселената за много кратък период от време

Плоско пространство



Инфлация



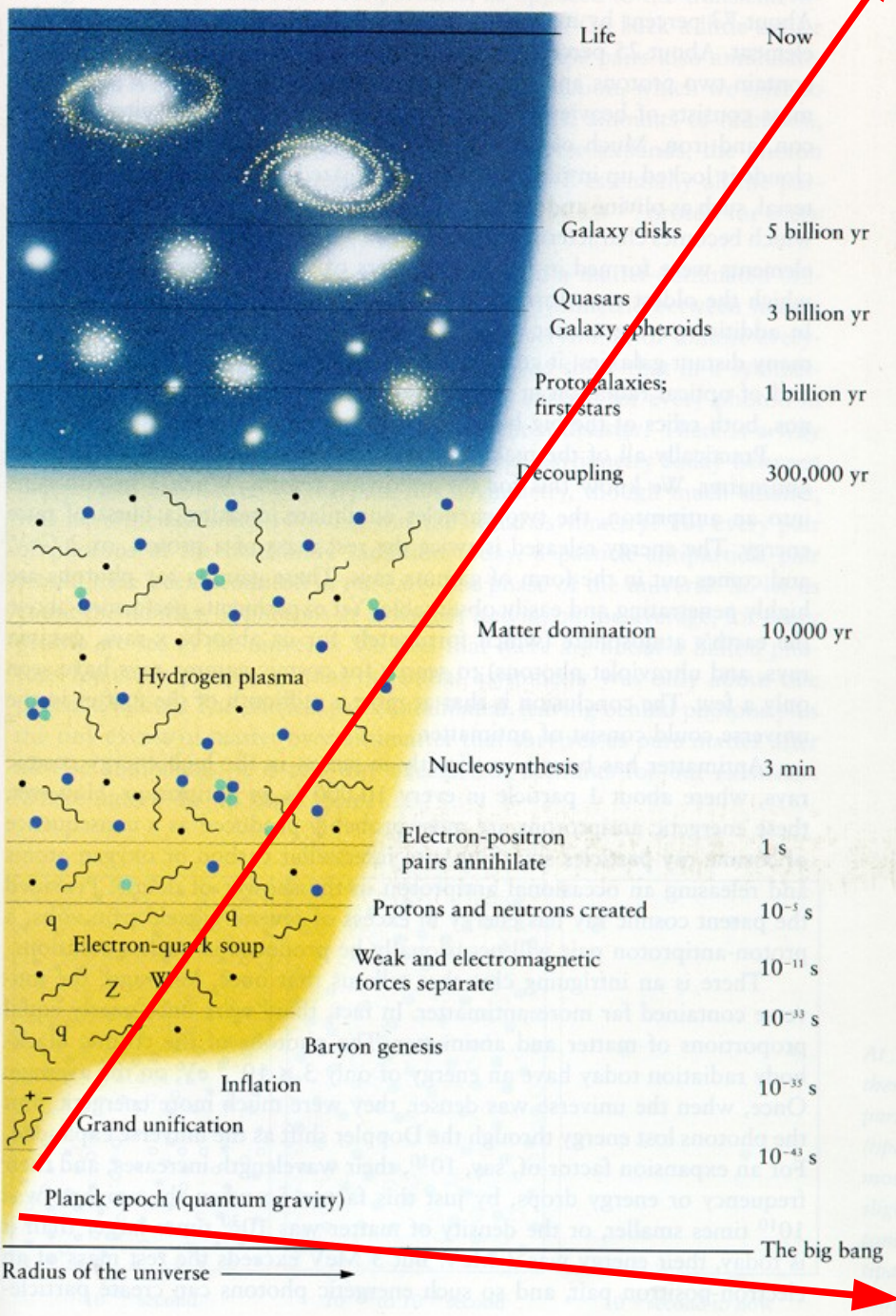
$$\Delta E \Delta t \approx \hbar$$

За електрон-позитрон
 $\Delta t = 6.44 \cdot 10^{-22} \text{ s}$

Времето за инфлация е много по-малко от времето на съществуване на двойката – те ще бъдат достатъчно разделени и няма да могат да анихилират!

Раждане на елементарните частици

A CHRONOLOGY OF THE UNIVERSE

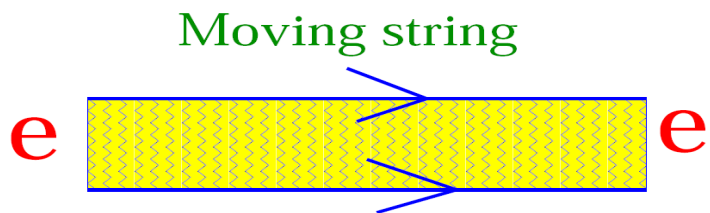
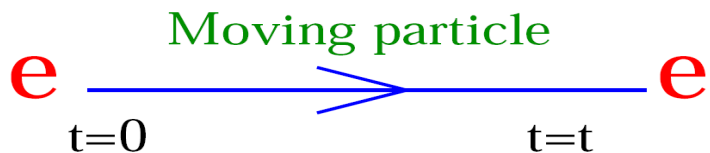


Гравитация – свойства на пространство - времето

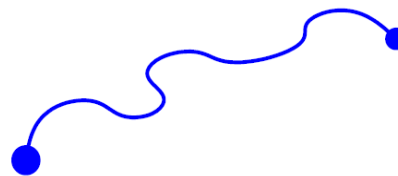


Струни

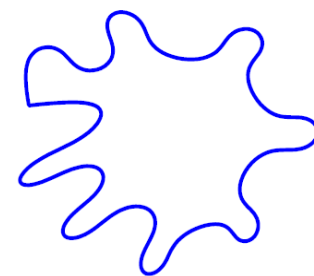
Частиците не са точкови!



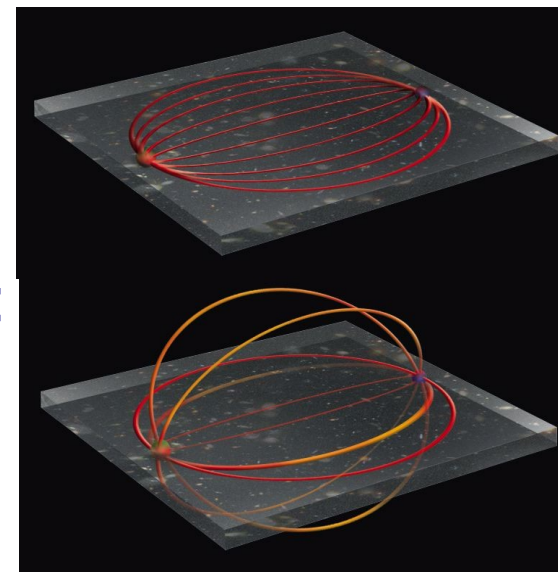
отворени



затворени



- Цел на струнните теории:
 - Съгласувана теория за квантова гравитация
 - Обединение на всички взаимодействия
- Характеристики на съгласуваните теории:
 - **Всички включват суперсиметрия**
 - **Всички са в 10-мерно пространство ...**

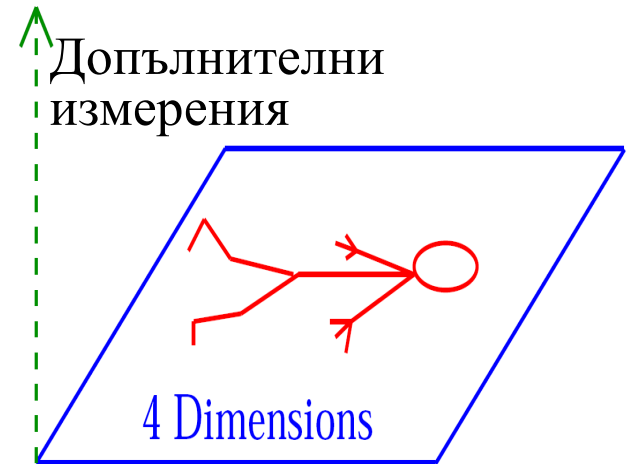


Допълнителни измерения

Затворени допълнителни измерения

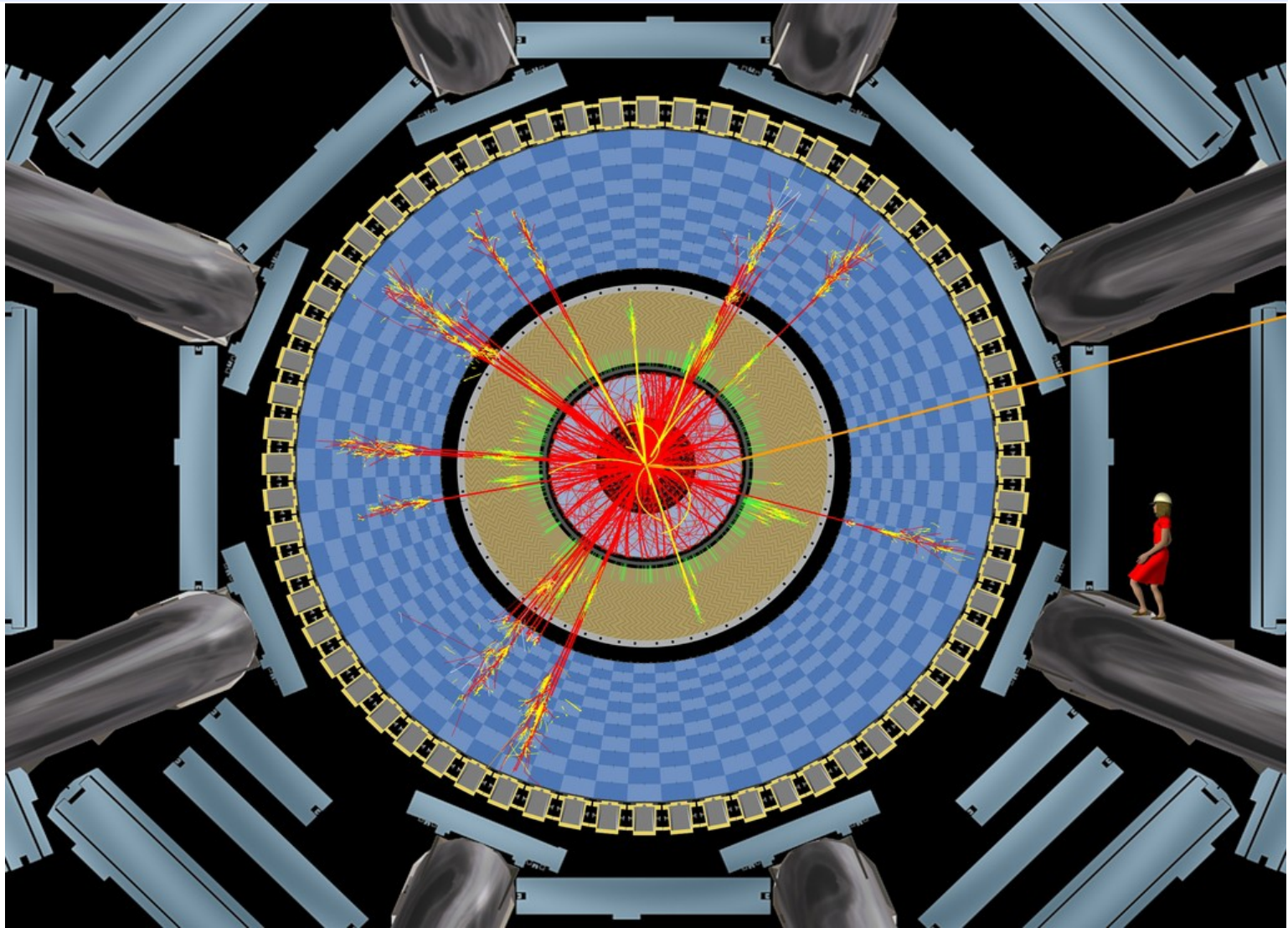


Забранени за нас



- Допълнителните измерения водят до промяна на законите за гравитацията
- Предсказват евентуално раждане на черни дупки при сблъсъци на частици с големи енергии

Раждане на черни дупки



Потенциално събитие с черна дупка на ATLAS

???

- **Защо частиците имат някаква маса ?**
- **Защо има само материя и къде е изчезнала антиматерията?**
- **Възможно ли е да обединим всички взаимодействия?**
- **Какво представлява тъмната материя?**
- **Какво представлява тъмната енергия?**
- **Какво ще стане с Вселената след време?**
- **Има ли допълнителни измерения?**
- **..... ?**

Най-интересните неща тепърва предстоят: начало 2008 г

History of the Universe

