

ПИАФ, 25 декабря 2008 г.

# Проект CMS

В.Т. Ким  
ПИАФ

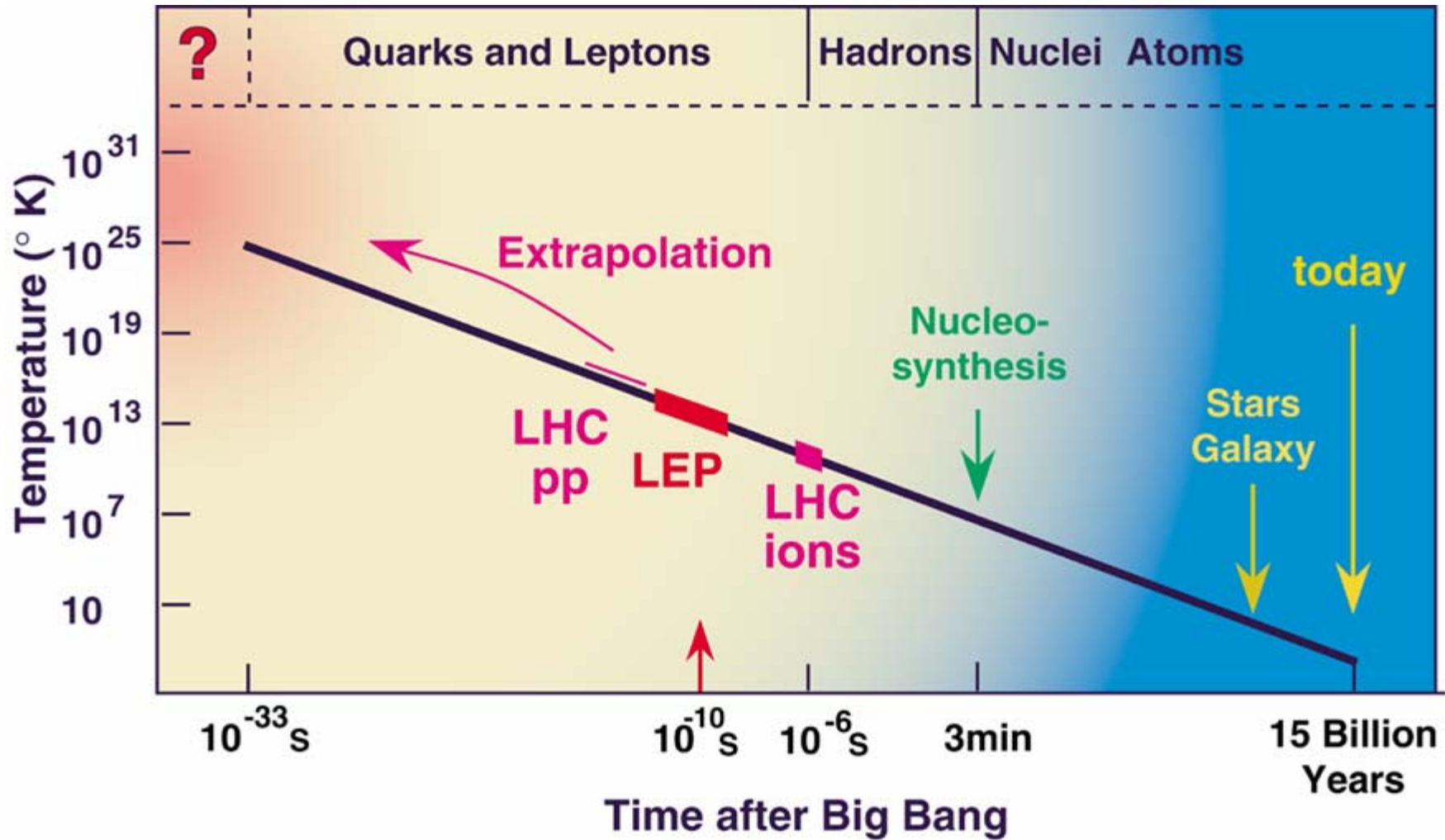
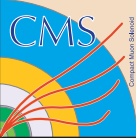


**Какие фундаментальные частицы образуют материю?**

**Какие фундаментальные силы управляют их динамикой?**



# Вперед в прошлое!





# $10^{-43}$ сек Эпоха Квантовой Гравитации



отделение гравитации от  
других взаимодействий



$10^{-35}$  сек

# Эпоха Большого Объединения



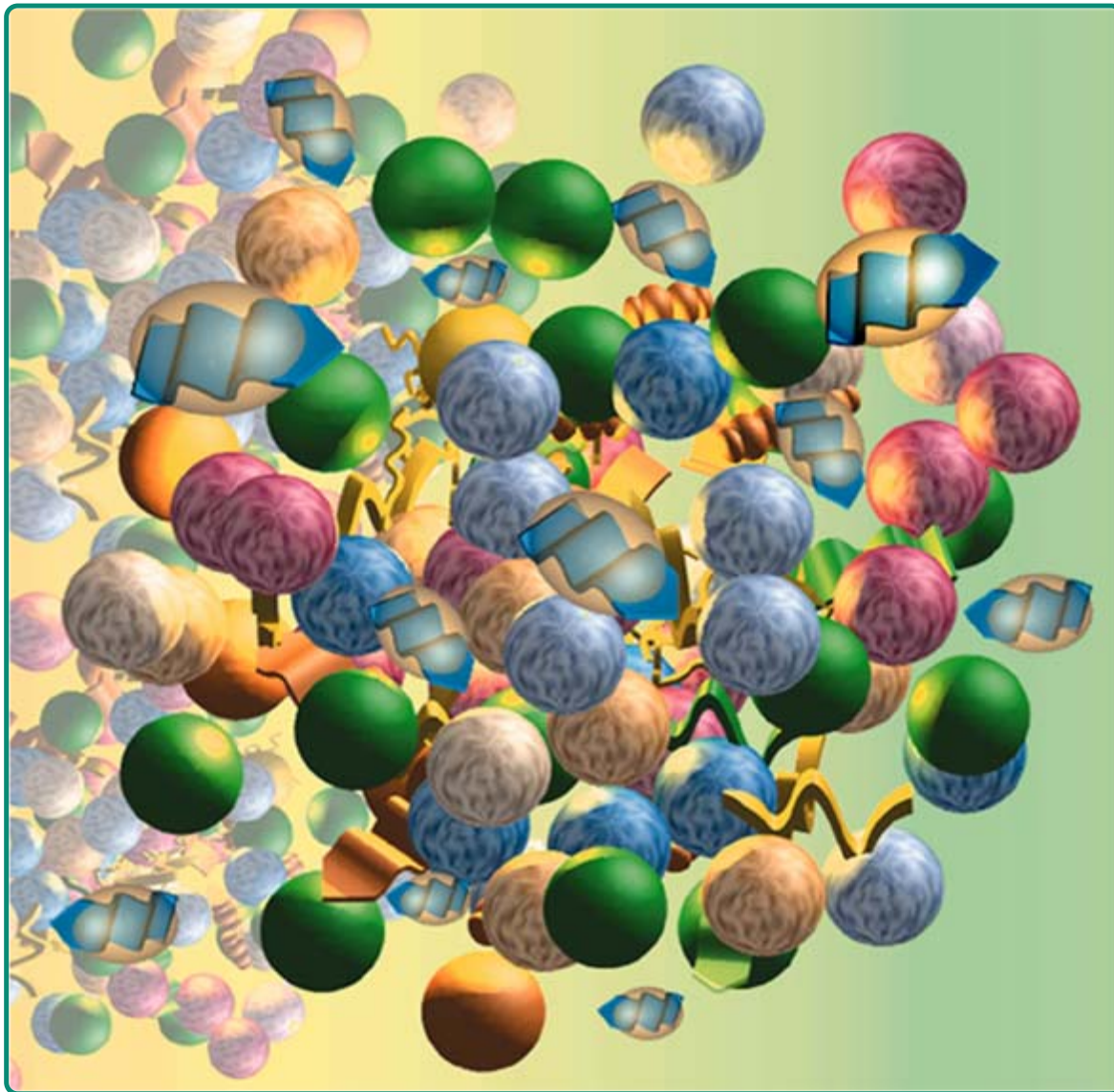
сильные и электрослабые  
взаимодействия  
разделяются





$10^{-10}$  сек

# Электрослабая Эпоха

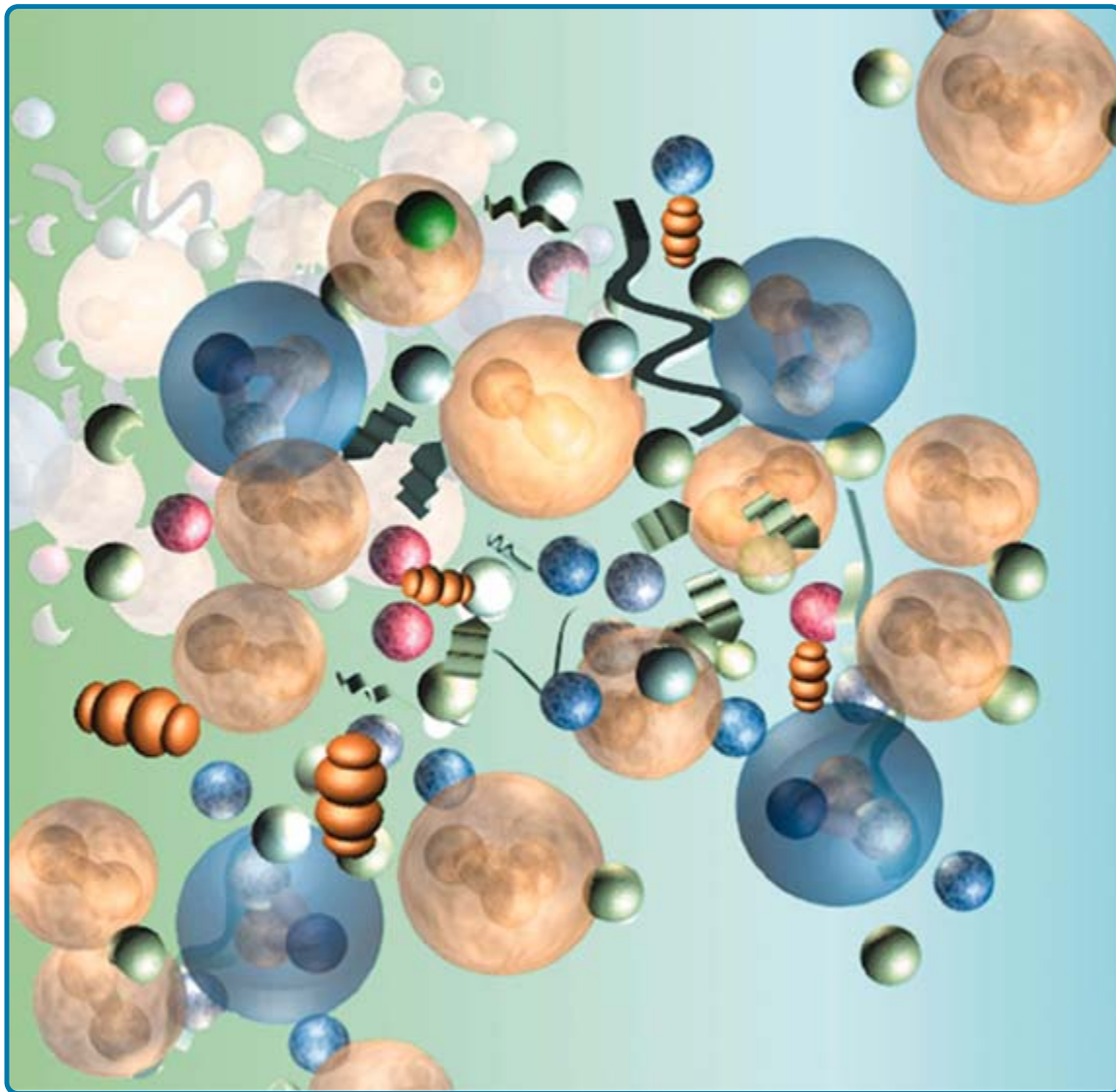


Электромагнитные и слабые взаимодействия разделяются



$10^{-4}$  сек

# Формирование нуклонов

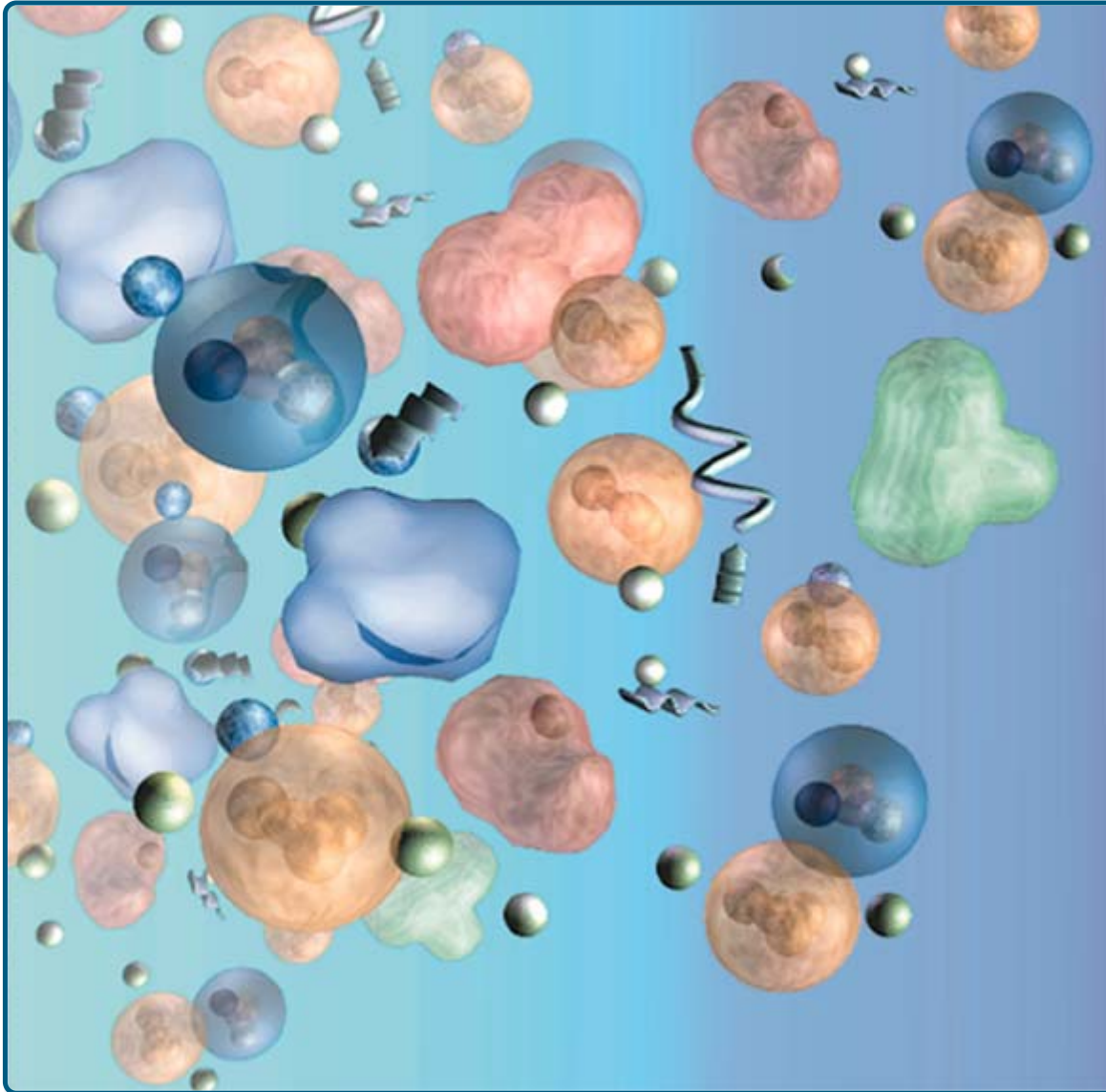


кварки образуют  
протоны и нейтроны



100 сек

# Нуклеосинтез



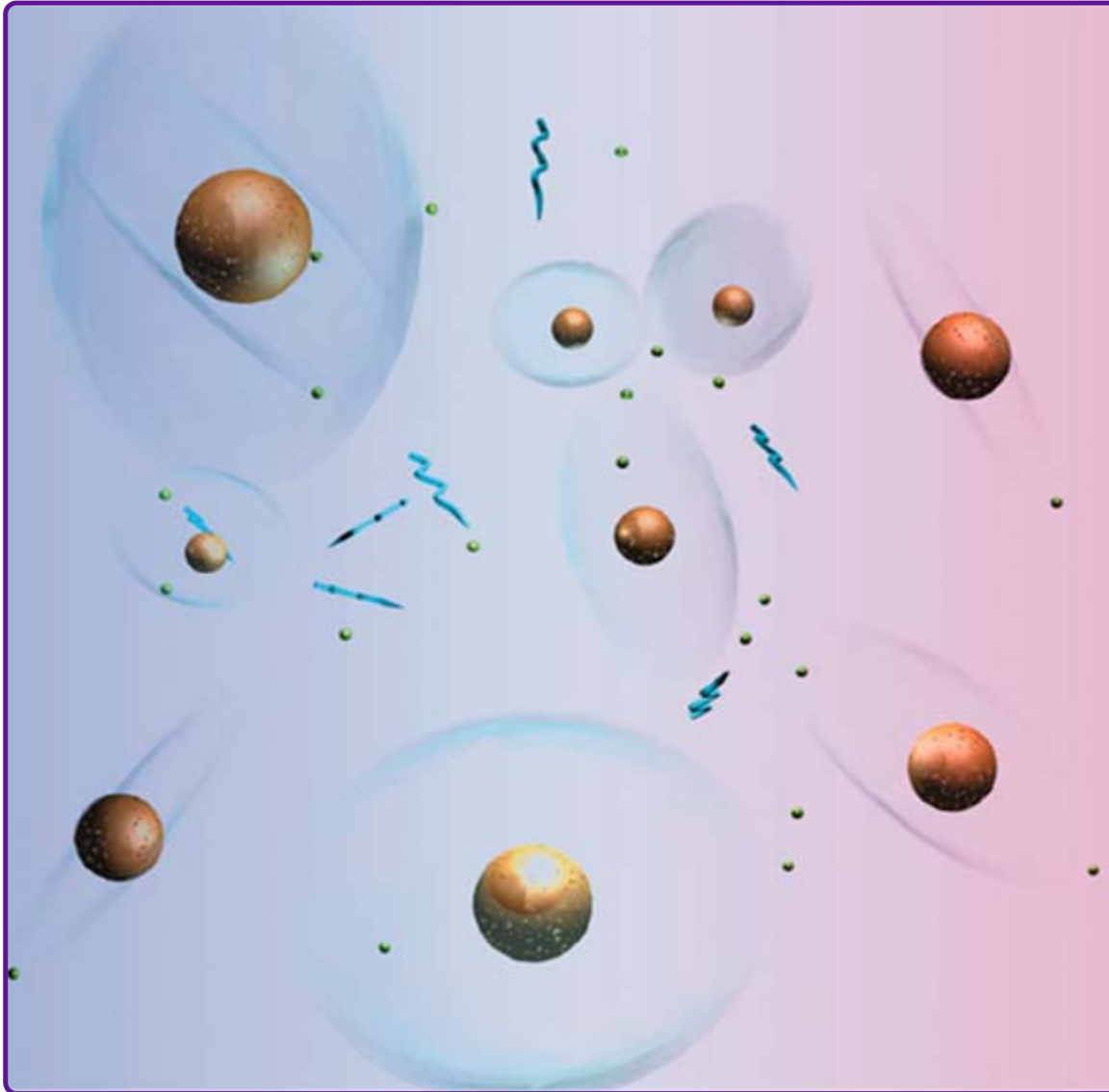
Протоны и нейтроны образуют ядра гелия





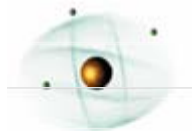
**300000 лет**

**Эпоха атомов и света**



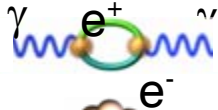
Вселенная становится  
прозрачной и  
наполняется светом

# Краткая история



$10^{-10}$  m  $\leq 10$  eV  $>300000$  Y **1900....**

Квантовая механика  
Атомная физика



**1940-50**

Квантовая электродинамика



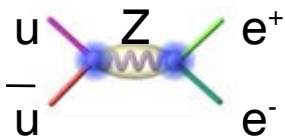
$10^{-15}$  m MeV - GeV  $\approx 3$  min **1950-65**

Ядра, Адроны  
Симметрии, Теории поля



$10^{-16}$  m  $\gg$  GeV  $\approx 10^6$  sec **1965-75**

Кварки. Калибровочные теории



$10^{-18}$  m  $\approx 100$  GeV  $\approx 10^0$  sec

**1970-83 SPS**

ЭлектроСлабая теория, КХД

6 лептонов	$\nu_e$ e	$\nu_\mu$ $\mu$	$\nu_\tau$ $\tau$
6 кварков	u d	c s	t b
3-цветные кварки	R	G	B

**1990 LEP**

3 поколения

**1994 Tevatron**

Топ кварк

Происхождение массы

$10^{-19}$  m  $\approx 10$  GeV  $\approx 10^2$  sec

**2009 LHC**

Бозон Хиггса?

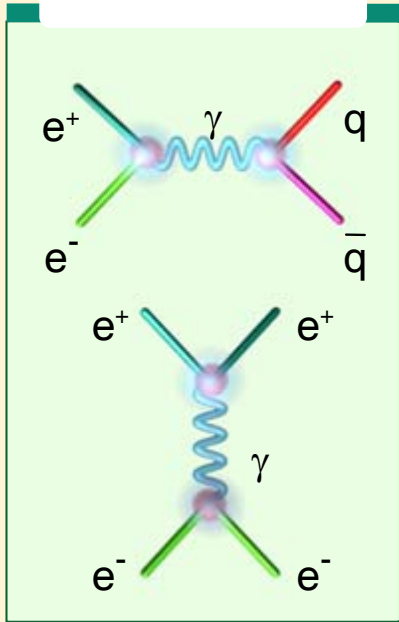
Суперсимметрия ?  
Дополнительные измерения ?  
Квантовая гравитация ?  
Суперструны ? Браны ?



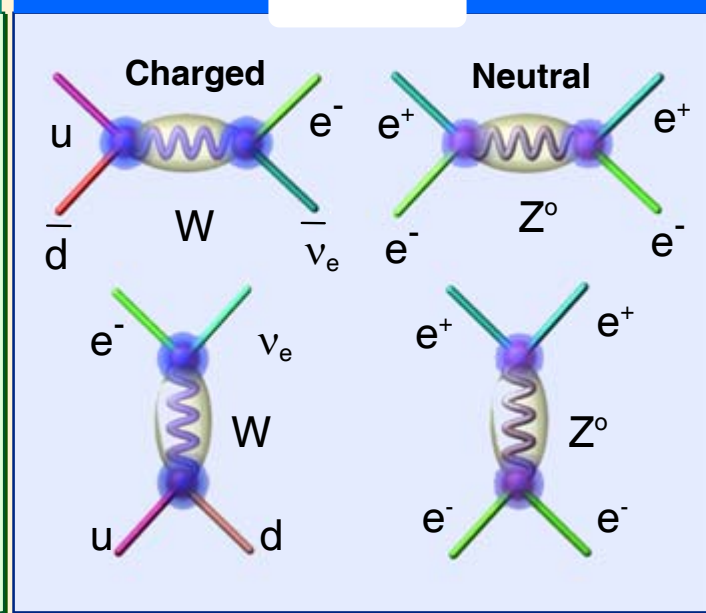
# Взаимодействия Стандартной Модели

## Электрослабые

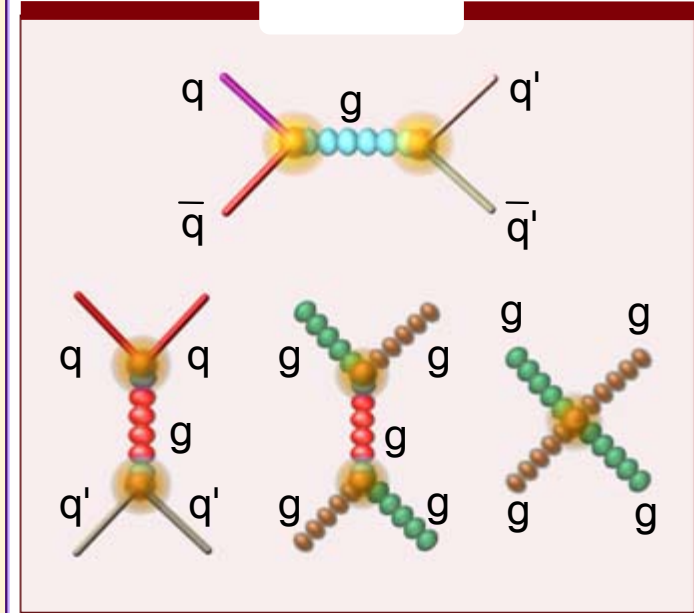
### Электромагнитные



### Слабые



### Сильные



## Бозон Хиггса?



# Стандартная Модель и за ее пределами



## Стандартная Модель:

Слишком много параметров: более 20

Происхождение и иерархия масс

Проблема натуральности :  $m_H \sim \Lambda_{\text{GUT}}$

Тонкая подгонка

## За пределами Стандартной Модели:

SUSY?

Техницвет?

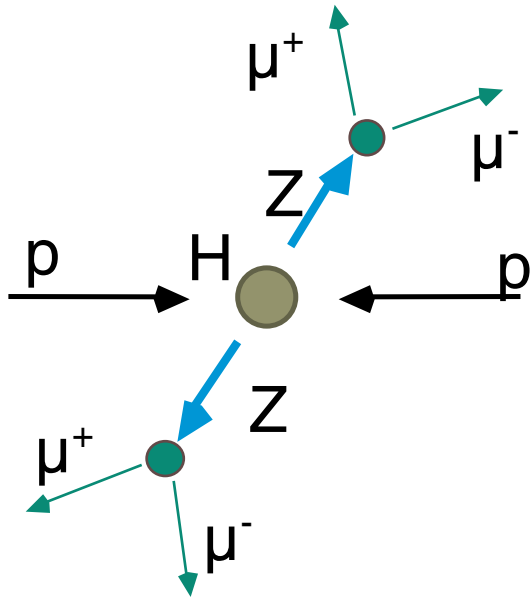
Дополнительные размерности :  $M_{\text{Planck}}^2 \sim V_n m_{\text{Planck}}^{2n}$

Гравитоны?

Черные микро-дыры?

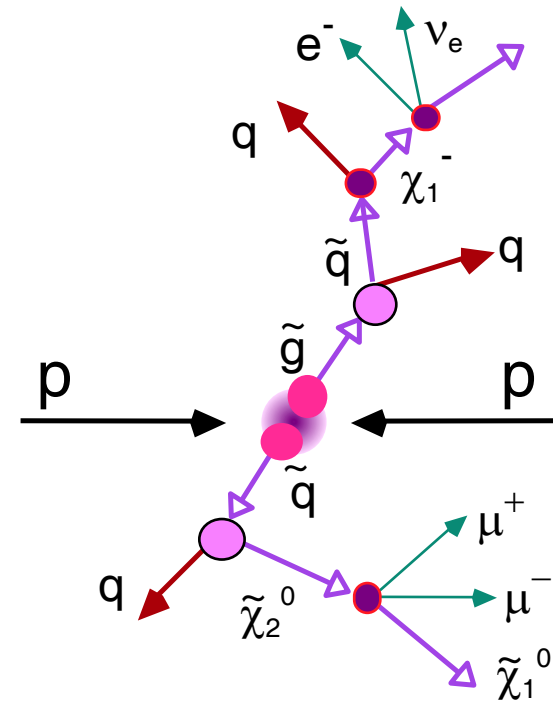
## • Бозон Хиггса

механизм спонтанного нарушения электрослабого сектора Стандартной Модели



- Новые взаимодействия
- Новые частицы
- Новые симметрии (SUSY, ...)
- Дополнительные размерности

.....







# Higgs boson at CMS



Low mass:

$m_H < 130 \text{ GeV}$      $H \rightarrow \gamma\gamma$  ( $H \rightarrow \tau\tau$ )

$130 \text{ GeV} < m_H < 160 \text{ GeV}$      $qqVV \rightarrow qqH, H \rightarrow WW \rightarrow l$

Luminosity: **few tens  $\text{Fb}^{-1} \rightarrow 5\sigma$  discovery !**

High mass:

$m_H > 160 \text{ GeV}$      $H \rightarrow ZZ \rightarrow ll$

for  $m_H > 140 \text{ GeV}$     **few  $\text{Fb}^{-1} \rightarrow 5\sigma$  discovery !**



$qqH, H \rightarrow WW \rightarrow l\nu jj$



## Vector boson fusion (VBF)

$m_H = 160 \text{ GeV}$

event rate: 2-3 events/ $\text{Fb}^{-1}$

QCD bkd should be  $< 10\%$

central jet veto

isolated lepton

PYTHIA, HERWIG, ALPGEN, ULYSSES (BFKL-PYTHIA)

ПИАФ, ИТЭФ (HCAL, HF), ИЯИ



# Поиски гравитона



**Образование гравитона в транс-планковском режиме:**

$$\sqrt{s} \gg m_G$$

**QCD bkd: BFKL dijets at large rapidities**

**PYTHIA, HERWIG, ULYSSES (BFKL-PYTHIA)**

**ПИЯФ, ИТЭФ, ИЯИ**

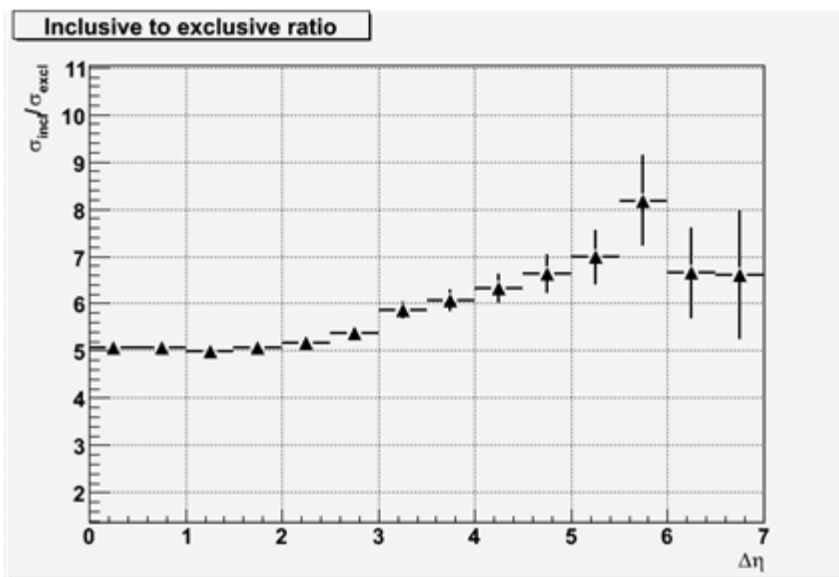


# Search for asymptotic QCD effects



Search for new dynamics of QCD at asymptotic energies (BFKL-evolution):

- It should be a dominant effect at asymptotic energies
- search for new physics: graviton, extra dimensions, etc.



Dijet k-factor = inclusive dijet / “exclusive” dijet at CMS:

$L = 0.02 \text{ Fb}^{-1}$

dijets:  $E_{\perp} > 60 \text{ GeV}$

Reconstruction and triggers: CMS SW

ПИАФ, ИТЭФ, ИЯИ



# Computing



**RDMS CMS: создание Tier-1 в ЦЕРН (150 - 200 TB)**

**анализ: 30-90 TB**

**МС: 20 TB**

**локальный RDMS пользователь: 1 TB**

**CMS Tier-2: размещение данных (30 TB)**

**CMS Tier-2 условия: 60 TB и канал: (160 + 40) Mb/c**

**RDMS CMS Tier-2 : ОИЯИ, ИТЭФ, НИИЯФ МГУ, ИЯИ  
ИФВЭ?, ПИЯФ?**





# LHC: discovery machine



**LHC: машина новых открытий !**

**Много интересных лет впереди !**