

Стерильные нейтрино в физике частиц и космологии

Инар Тимирясов,

асп. кафедры физики частиц и космологии

timiryasov@inr.ac.ru

Стерильные нейтрино в физике частиц и космологии

- ❖ Физика частиц
- ❖ Нейтрино
- ❖ Космология
- ❖ Стерильные нейтрино

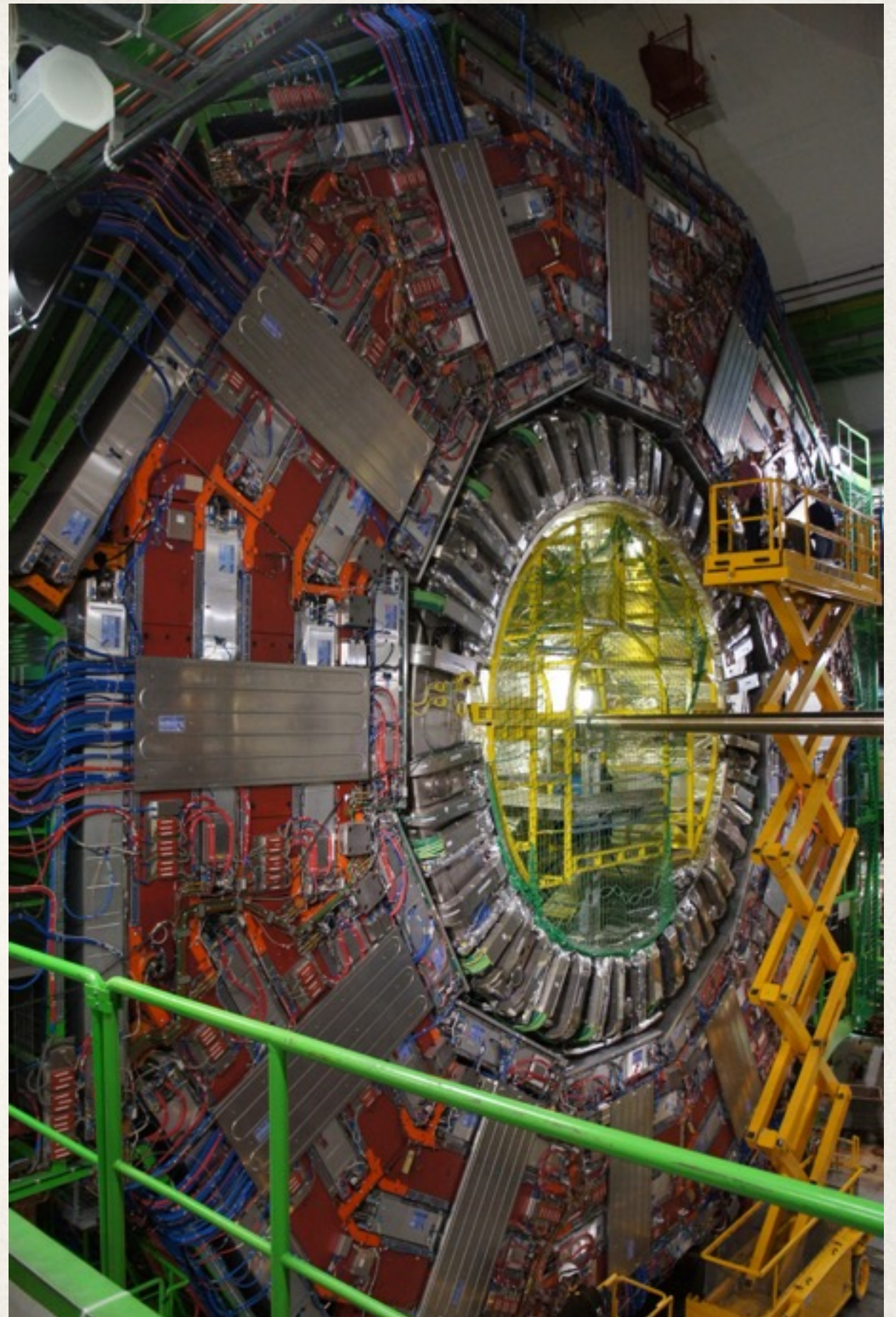
Физика частиц: Стандартная Модель

QUARKS	mass → charge → spin →	$\approx 2.3 \text{ MeV}/c^2$ $2/3$ $1/2$ u up	$\approx 1.275 \text{ GeV}/c^2$ $2/3$ $1/2$ c charm	$\approx 173.07 \text{ GeV}/c^2$ $2/3$ $1/2$ t top	0 0 1 g gluon	$\approx 126 \text{ GeV}/c^2$ 0 0 H Higgs boson
		$\approx 4.8 \text{ MeV}/c^2$ $-1/3$ $1/2$ d down	$\approx 95 \text{ MeV}/c^2$ $-1/3$ $1/2$ s strange	$\approx 4.18 \text{ GeV}/c^2$ $-1/3$ $1/2$ b bottom	0 0 1 γ photon	
		$0.511 \text{ MeV}/c^2$ -1 $1/2$ e electron	$105.7 \text{ MeV}/c^2$ -1 $1/2$ μ muon	$1.777 \text{ GeV}/c^2$ -1 $1/2$ τ tau	0 1 Z Z boson	
		$< 2.2 \text{ eV}/c^2$ 0 $1/2$ ν_e electron neutrino	$< 0.17 \text{ MeV}/c^2$ 0 $1/2$ ν_μ muon neutrino	$< 15.5 \text{ MeV}/c^2$ 0 $1/2$ ν_τ tau neutrino	± 1 1 W W boson	
LEPTONS					GAUGE BOSONS	

CM прекрасно описывает экспериментальные данные в физике частиц

Детектор CMS проходит
модернизацию перед новым запуском
LHC

октябрь 2014



Нейтрино

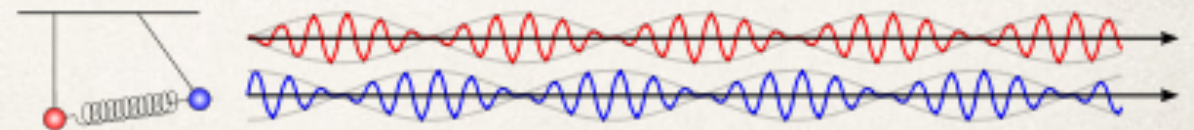
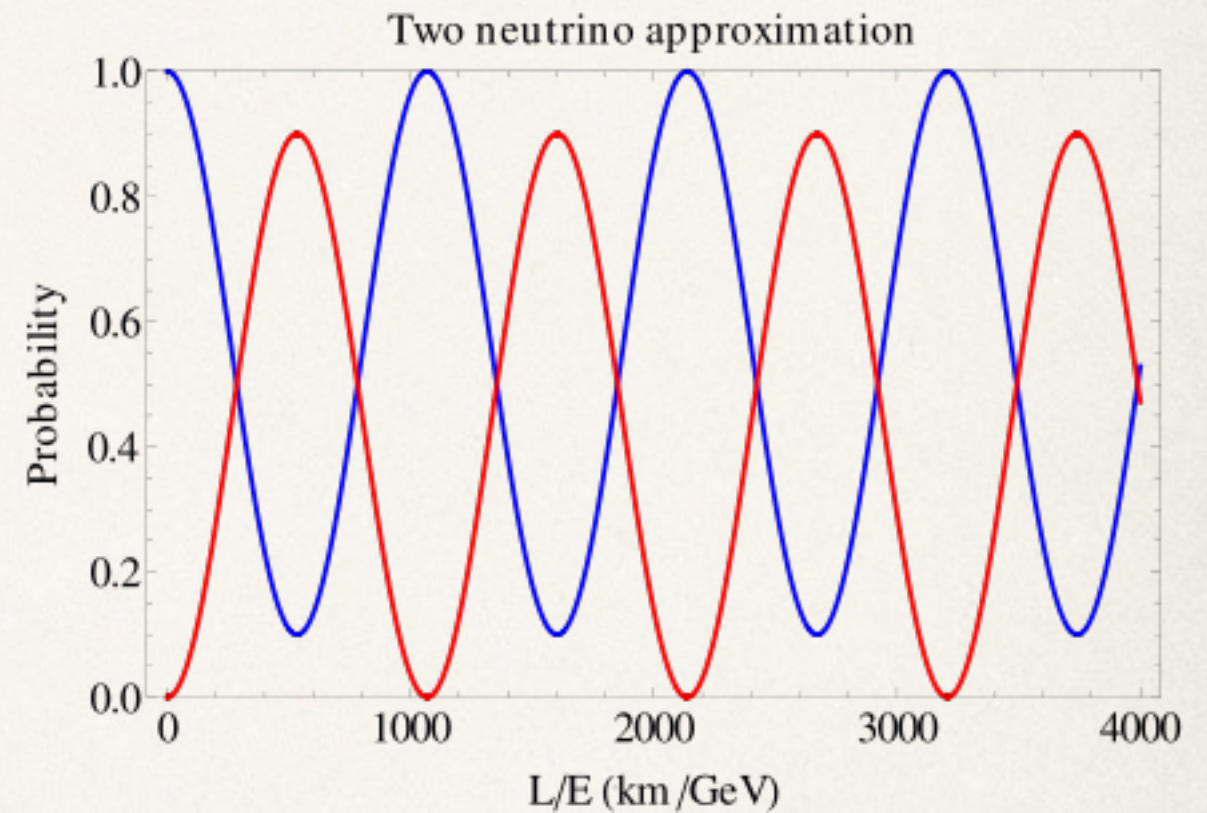
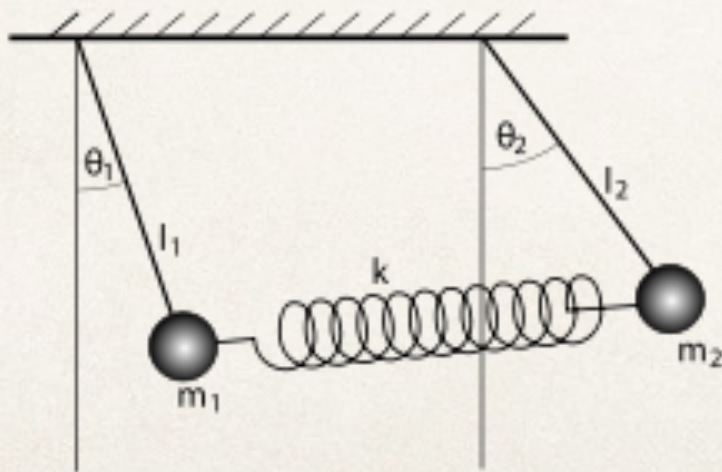
Единственное* противоречие между СМ и экспериментом — наличие массы у нейтрино

В оригинальной СМ нейтрино — безмассовые незаряженные частицы

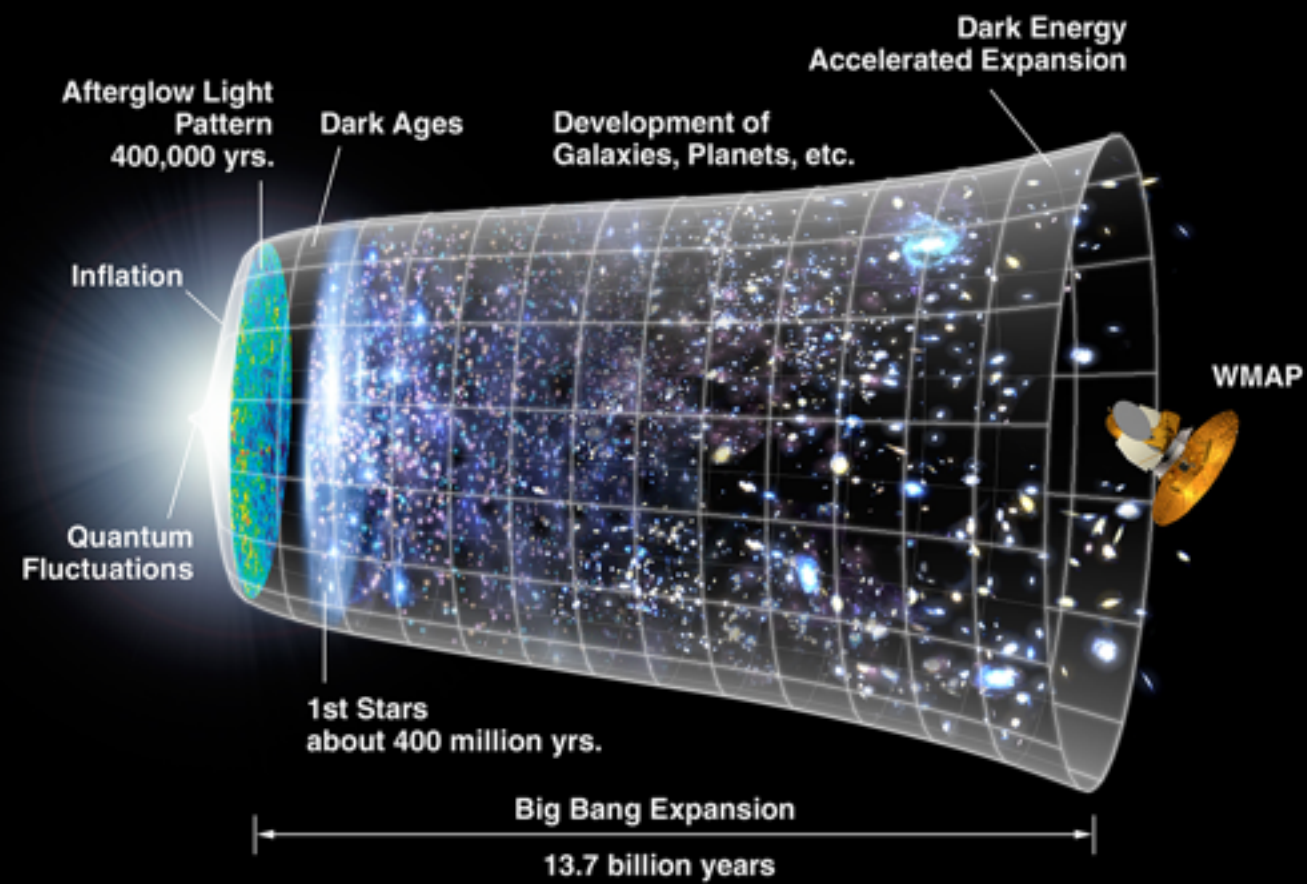
* еще одна проблема — т.н. Proton Radius Puzzle

Масса и осцилляции

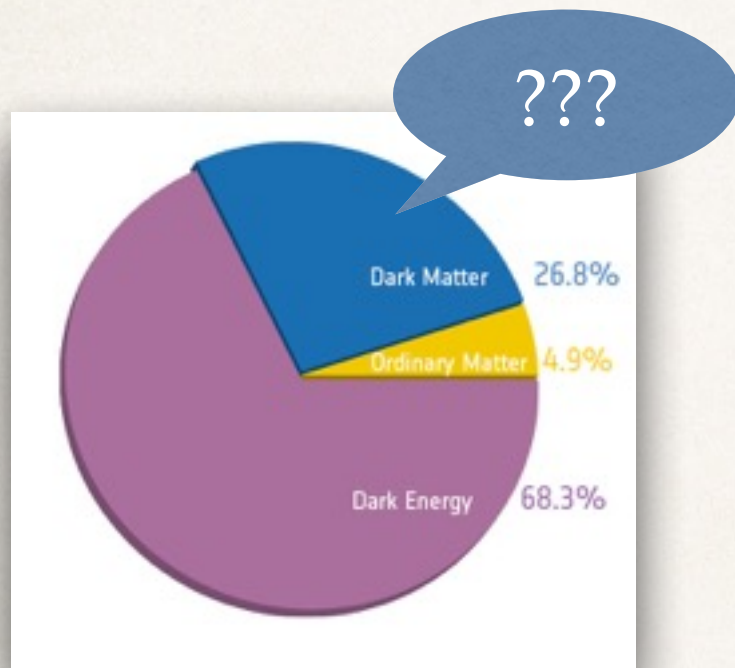
$$P_{\alpha \rightarrow \beta, \alpha \neq \beta} = \sin^2(2\theta) \sin^2 \left(1.27 \frac{\Delta m^2 L}{E} \frac{\text{GeV}}{\text{eV}^2 \text{ km}} \right).$$



Космология



Темная материя и Барионная асимметрия Вселенной



$$\eta = \frac{n_b - n_{\bar{b}}}{n_\gamma} = (6.19 \pm 0.14) \cdot 10^{-10}$$

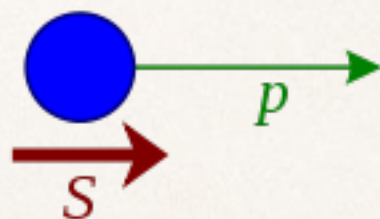
Вещество преобладает над
АНТИВЕЩЕСТВОМ

Итого:

- ❖ Откуда масса у нейтрино?
- ❖ Из чего состоит темная материя?
- ❖ Куда делось антивещество?

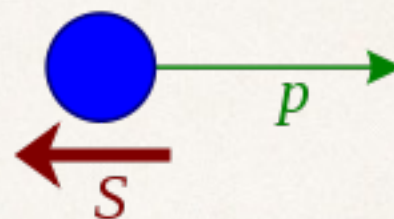
«Активные» нейтрино

Right-handed:



Антинейтрино

Left-handed:

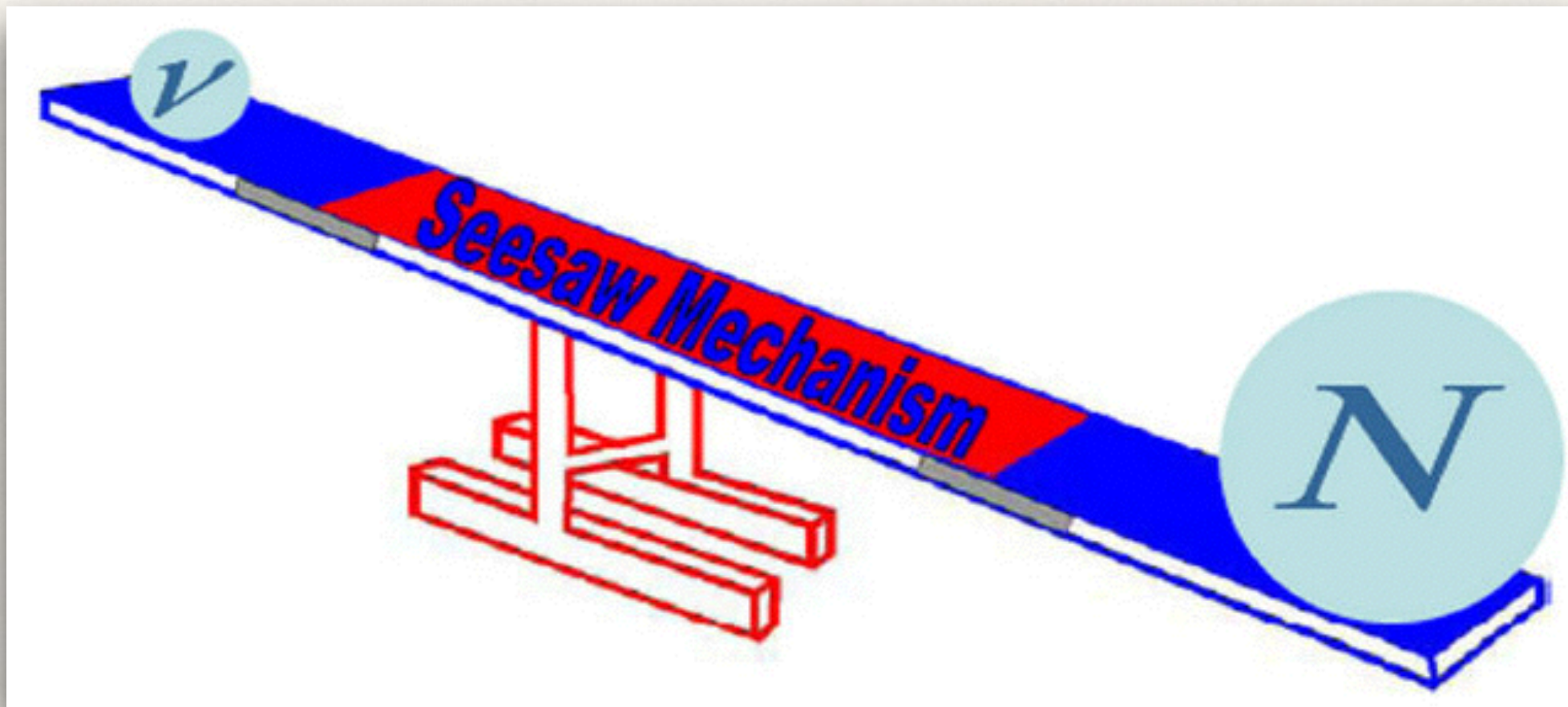


Нейтрино

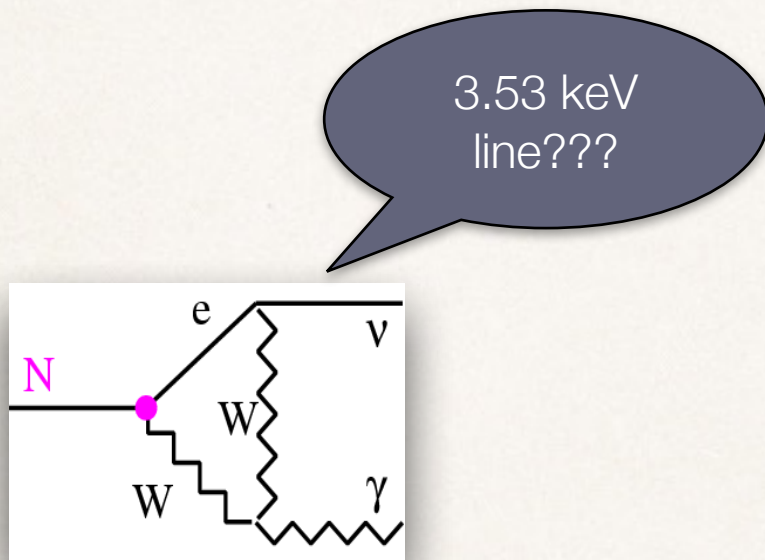
«Стерильные нейтрино»

Quarks	2.4 MeV $\frac{2}{3}$ Left u up Right	1.27 GeV $\frac{2}{3}$ Left c charm Right	171.2 GeV $\frac{2}{3}$ Left t top Right
	4.8 MeV $-\frac{1}{3}$ Left d down Right	104 MeV $-\frac{1}{3}$ Left s strange Right	4.2 GeV $-\frac{1}{3}$ Left b bottom Right
	<0.0001 eV 0 Left ν_e electron neutrino Right	~ 0.01 eV 0 Left ν_μ muon neutrino Right	~ 0.04 eV 0 Left ν_τ tau neutrino Right
Leptons	0.511 MeV -1 Left e electron Right	105.7 MeV -1 Left μ muon Right	1.777 GeV -1 Left τ tau Right

Массы нейтрино - seesaw механизм

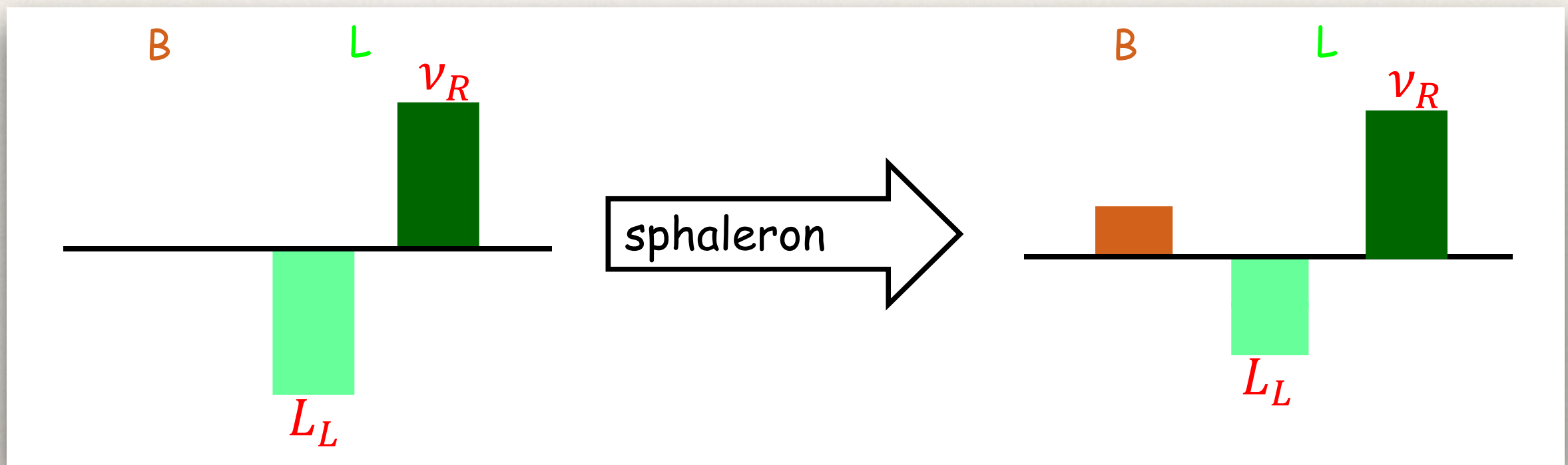


Легчайшее стерильное нейтрино — кандидат на роль темной материи



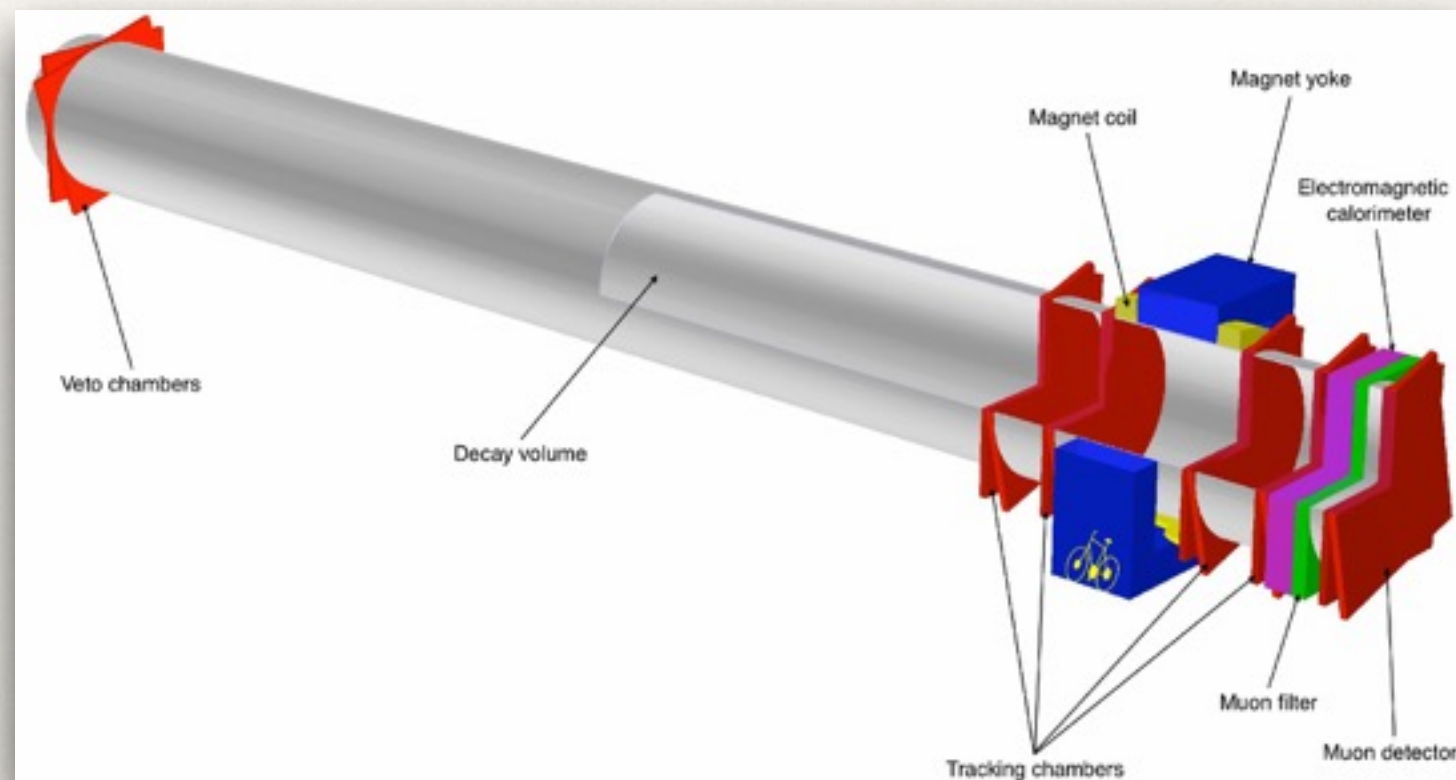
Не совсем темная?

Механизм генерации Барионной асимметрии



Можно ли поймать Стерильные нейтрино?

Эксперимент SHiP в ЦЕРНе
Search for Hidden Particles



Total cost 194.5 MCHF



Нужно продолжать исследования!
