

Основные проблемы физики элементарных частиц

Головинов Георгий

МФТИ, 2-304

16 мая 2024 г.

- Знакомство со стандартной моделью
 - Основные определения стандартной модели, история ее развития
 - Предсказывающая сила стандартная модели. Какие явления стандартная модель не описывает?
 - Возможные расширения стандартной модели
- Физика нейтрино
 - Что такое нейтрино? Как они были открыты? Как взаимодействуют с другими частицами?
 - Явление осцилляции нейтрино
 - Поиск стерильного нейтрино
 - Какую роль нейтрино играют в развитии теории?
- Экзотические, прелестные частицы
- Механизм Хиггса

Стандартная модель

масса →	$\approx 2,16 \text{ МэВ/с}^2$	$\approx 1,27 \text{ ГэВ/с}^2$	$\approx 172,7 \text{ ГэВ/с}^2$	0	$\approx 125,25 \text{ ГэВ/с}^2$
заряд →	2/3	2/3	2/3	0	0
спин →	1/2	1/2	1/2	1	0
	u верхний	c очарованный	t истинный	g глюон	H бозон Хиггса
КВАРКИ	$\approx 4,67 \text{ МэВ/с}^2$	$\approx 93,4 \text{ МэВ/с}^2$	$\approx 4,18 \text{ ГэВ/с}^2$	0	КАЛИБРОВОЧНЫЕ БОЗОНЫ (ВЕКТОРНЫЕ)
	-1/3	-1/3	-1/3	0	
	1/2	1/2	1/2	1	
	d нижний	s странный	b прелестный	γ фотон	СКАЛЯРНЫЕ БОЗОНЫ
ЛЕПТОНЫ	$0,511 \text{ МэВ/с}^2$	$105,7 \text{ МэВ/с}^2$	$1,777 \text{ ГэВ/с}^2$	91,19 ГэВ/с ²	
	-1	-1	-1	0	
	1/2	1/2	1/2	1	
	e электрон	μ мюон	τ тау-лептон	Z Z-бозон	КАЛИБРОВОЧНЫЕ БОЗОНЫ (ВЕКТОРНЫЕ)
ЛЕПТОНЫ	$< 1,1 \text{ эВ/с}^2$	$< 0,19 \text{ МэВ/с}^2$	$< 18,2 \text{ МэВ/с}^2$	80,38 ГэВ/с ²	
	0	0	0	± 1	
	1/2	1/2	1/2	1	
	ν_e электронное нейтрино	ν_μ мюонное нейтрино	ν_τ тау-нейтрино	W W-бозон	

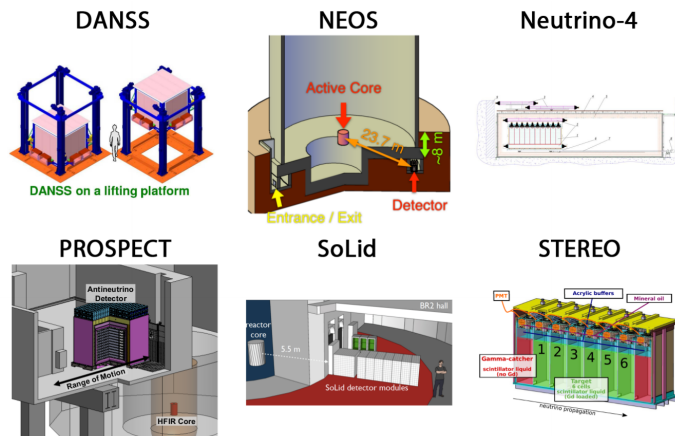
Темная материя? Темная энергия? Масса нейтрино? Масса Хиггса?

Осцилляции нейтрино

$$P(\nu_e \rightarrow \nu_\mu) = \sin^2 2\theta \sin^2 \left(\frac{\Delta m^2 L}{4E} \right) \quad (1)$$

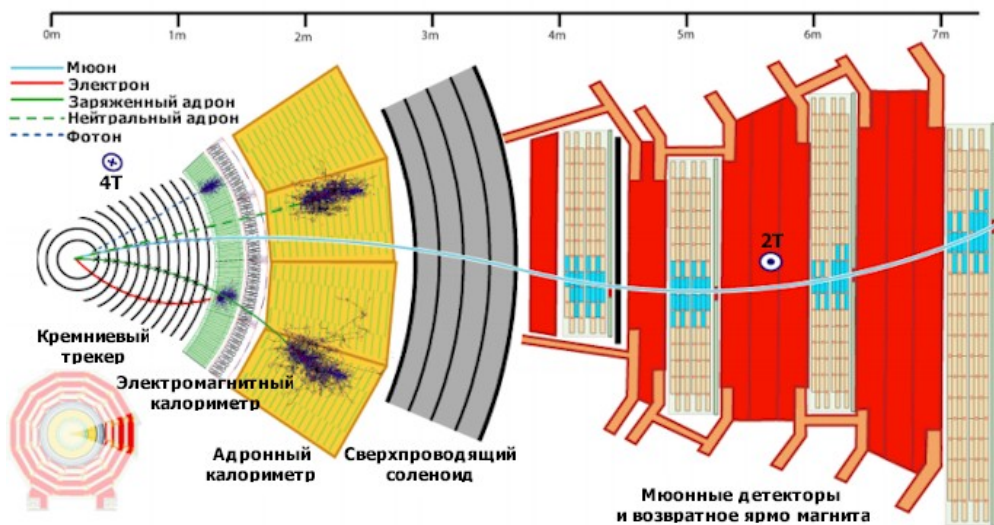
Есть экспериментальные подтверждения исчезновения или появления ν на коротких расстояниях \rightarrow возможно объясняется осцилляцией в другое (стерильное) состояние \rightarrow новая физика.

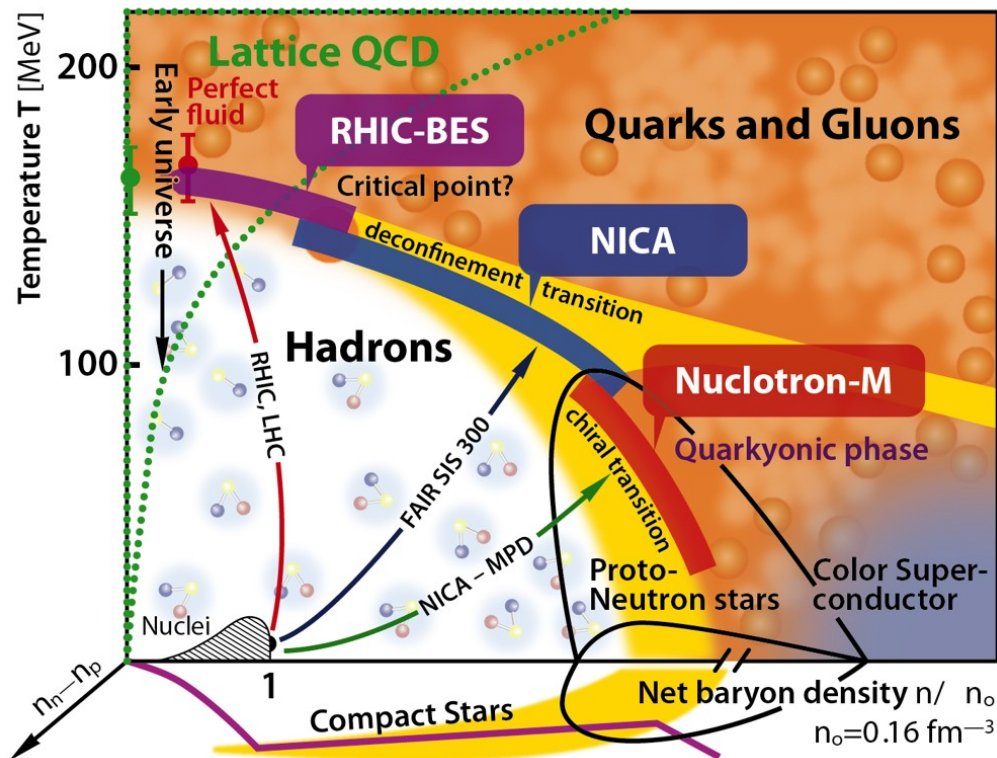
Эксперименты по поиску стерильного нейтрино



- Примеры действующих экспериментов, их цель
- Перспективы развития действующих экспериментов
- Будущие эксперименты
- Как выглядит процесс открытия новых частиц? Как это помогает развитию теории?
- Связь теории и эксперимента

Эксперимент CMS





Что мне понравилось больше всего?

Короткий ответ: **Астрофизика (и физика космоса в целом).**

Тесная связь физики космоса и физики элементарных частиц:

- Темная материя, темная энергия и др. — общие проблемы как физики элементарных частиц, так и физики космоса
- Практически любое расширение стандартной модели может в корне изменить представление о развитии вселенной
- Физика элементарных частиц сильно влияет на астрофизику: например, при моделировании взрыва сверхновых, если не учитывать вклад нейтрино, то звезды просто перестают взрываться. Если же их учесть, то масса нейтрино (которую мы не знаем) сильно влияет на результат моделирования
- Астрофизика уже помогала физике элементарных частиц: многие первые частицы стандартной модели были открыты с помощью космических лучей — высокоэнергетических частиц из космоса