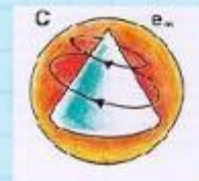


Муниципальное бюджетное нетиповое
общеобразовательное учреждение
"Гимназия №1 имени Тасирова Г.Х. города
Белово"

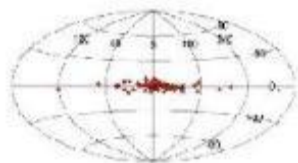


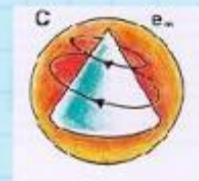
Элементарные частицы

Презентация к уроку физики в 11 классе
(профильный уровень)

Выполнила: Попова И.А.,
учитель физики

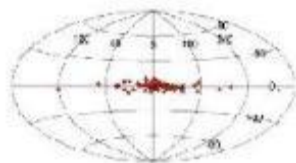
Белово, 2012 г.





ЦЕЛЬ:

Ознакомление с физикой элементарных частиц и систематизация знаний по теме.
Развитие абстрактного, экологического и научного мышления учащихся на основе представлений об элементарных частицах и их взаимодействиях



Сколько элементов в таблице Менделеева?

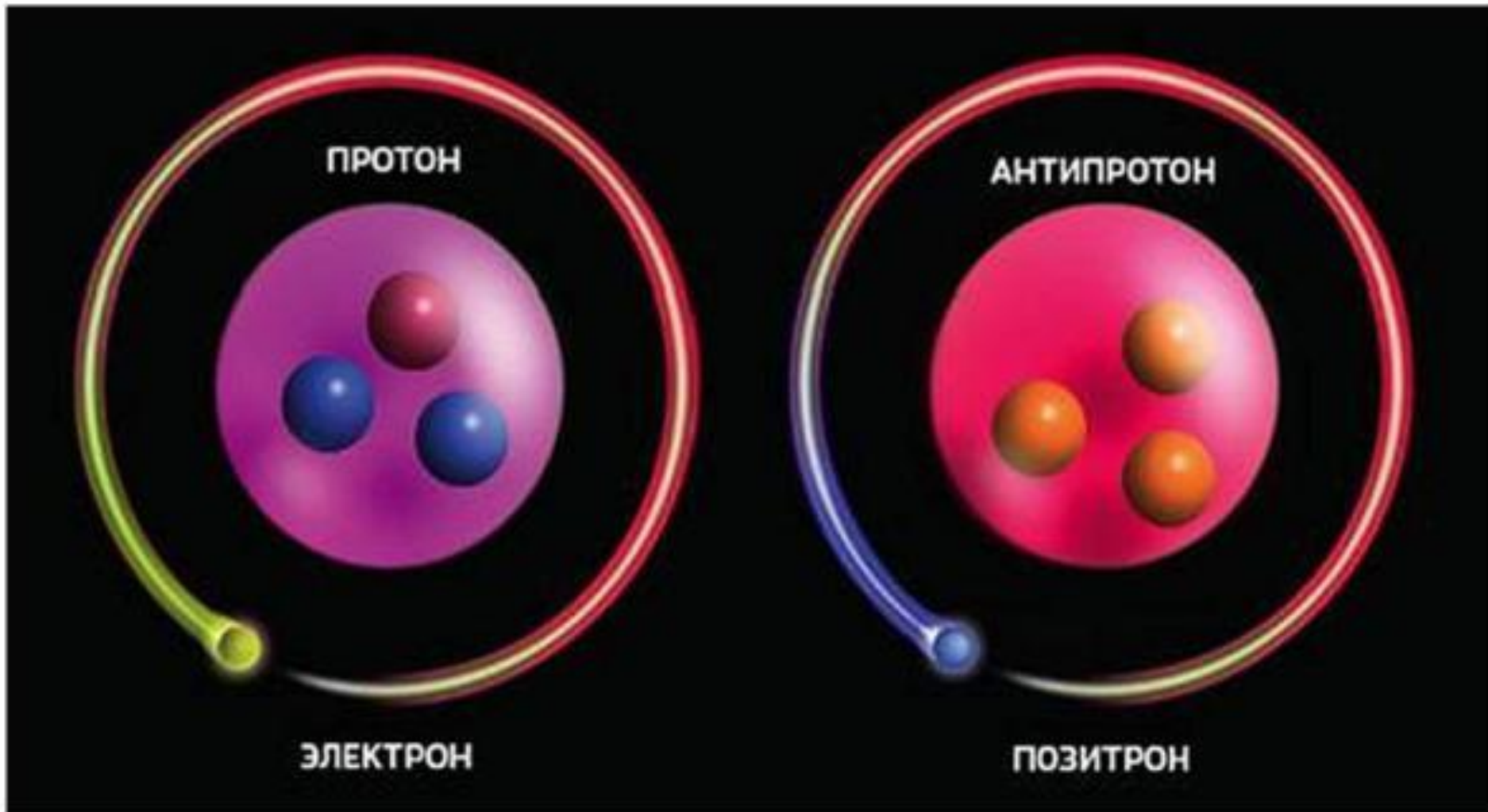


"Не существует ничего, кроме атомов и чистого пространства, все остальное – воззрение"

- Но то, что **все вещества состоят из атомов**, утверждал еще **Демокрит** (400 лет до нашей эры).
- Он был большим путешественником, и его любимым изречением было:



Хронология физики частиц



1932 г		античастица - позитрон е ⁺
1930 г.	В. Паули	Предсказание существования

Хронология физики частиц

Перед физиками - теоретиками встала труднейшая задача упорядочить весь обнаруженный "зоопарк" частиц и попытаться свести число фундаментальных частиц к минимуму, доказав, что другие частицы состоят из фундаментальных частиц

Все эти частицы были нестабильными, т.е. распадались на частицы с меньшими массами, в конечном счете превращаясь в стабильные протон, электрон, фотон и нейтрино (и их античастицы).

Хронология физики частиц

Дата

Фамилия
ученого

Открытие (гипотеза)

Третий этап

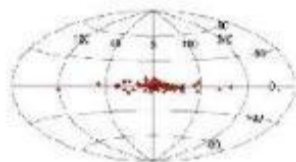
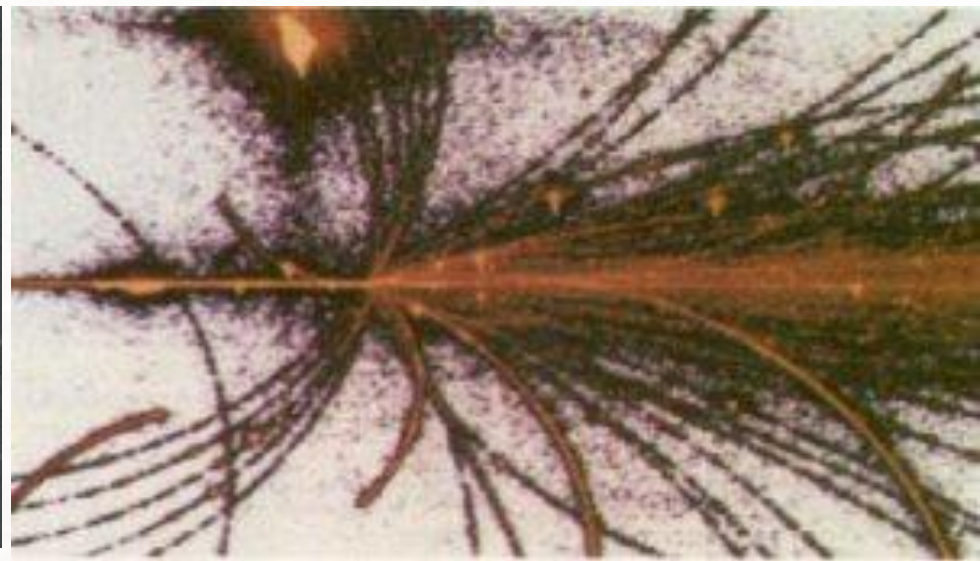
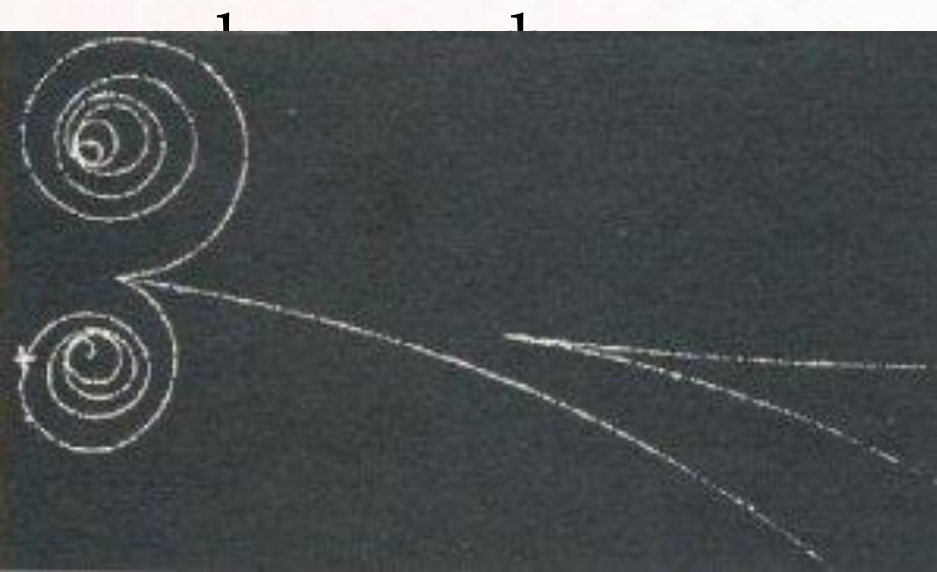
1962 г.	М. Гелл-Манн и независимо Дж. Цвейг	Предложили модель строения сильно взаимодействующих частиц из фундаментальных частиц - кварков
---------	---	---

Эта модель к настоящему времени превратилась в стройную теорию всех известных типов взаимодействий частиц.

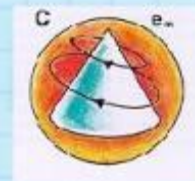
Как обнаружить элементарную частицу?



- Обычно изучают и анализируют **следы** (траектории или треки), оставленные частицами,

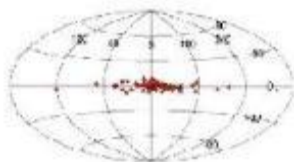


Классификация элементарных частиц



Все частицы делятся на:

1. **Фермионы** — вещество;
2. **Бозоны**, которые осуществляют взаимодействия.



Фундаментальные частицы

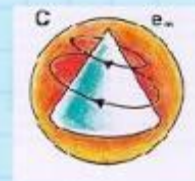
масса —	2,4 МэВ	1,27 ГэВ	171,2 ГэВ	0
заряд —	2/3	2/3	2/3	0
спин —	1/2	1/2	1/2	1
К	u up верхний	c charm очарованный	t top (truth) истинный	γ фотон
В	4,8 МэВ	104 МэВ	4,2 ГэВ	0
А	-1/3	-1/3	-1/3	0
Р	1/2	1/2	1/2	1
К	d down нижний	s strange странный	b bottom (beauty) прекрасный	g глюон
И	< 2,2 эВ	< 0,17 МэВ	< 15,5 МэВ	91,2 ГэВ
Л	0	0	0	0
Е	1/2	1/2	1/2	1
П	ν_e электронное нейтрино	ν_μ мюонное нейтрино	ν_τ тау- нейтрино	Z⁰ z-бозон
Т	0,511 МэВ	105,7 МэВ	1,777 ГэВ	80,4 ГэВ ±
О	-1	-1	-1	±1
Н	1/2	1/2	1/2	1
Ы	e электрон	μ мюон	τ тау-лептон	W[±] w-бозон
	I	II	III	

Три поколения фермионов

Кварки

Кварки участвуют в сильных взаимодействиях, а также в слабых и в электромагнитных

Up (Верхний)	u	u_r	u_z	$u_{кр}$	310	+2/3
Down (Нижний)	d	d_r	d_z	$d_{кр}$	310	-1/3
Charm (Очарованный)	c	c_r	c_z	$c_{кр}$	1500	+2/3
Strange (Странный)	s	s_r	s_z	$s_{кр}$	505	-1/3
Top Truth (Истинный)	t	t_r	t_z	$t_{кр}$	(Гипотетическая частица), >2250 0 около 5000	+2/3
Bottom beauty (Красивый)	b	b_r	b_z	$b_{кр}$		-1/3

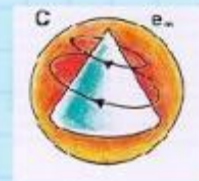


Кварки

- **Гелл-Манн** и **Георг Цвейг** предложили **кварковую модель** в 1964 г.
- **Принцип Паули**: в одной системе взаимосвязанных частиц никогда не существует хотя бы **две частицы с тождественными параметрами**, если эти частицы обладают **полуцелым спином**.



М. Гелл-Манн на конференции в **2007 г.**



Что такое спин?

- Спин (от англ. *spin* — вертеть[-ся], вращение) — собственный момент импульса элементарных частиц, имеющий квантовую природу и не связанный с перемещением частицы как
- Спин является **внутренней квантовой характеристикой частицы**, которая не имеет аналога в классической механике;



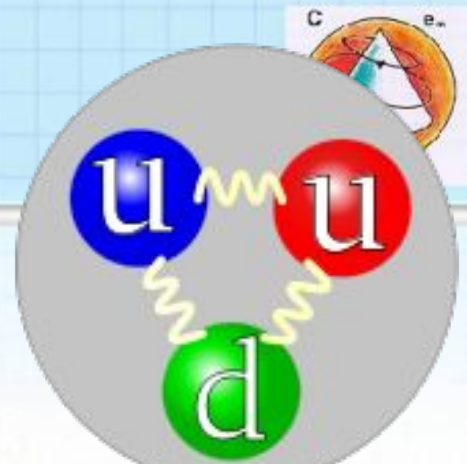
Спины некоторых микрочастиц



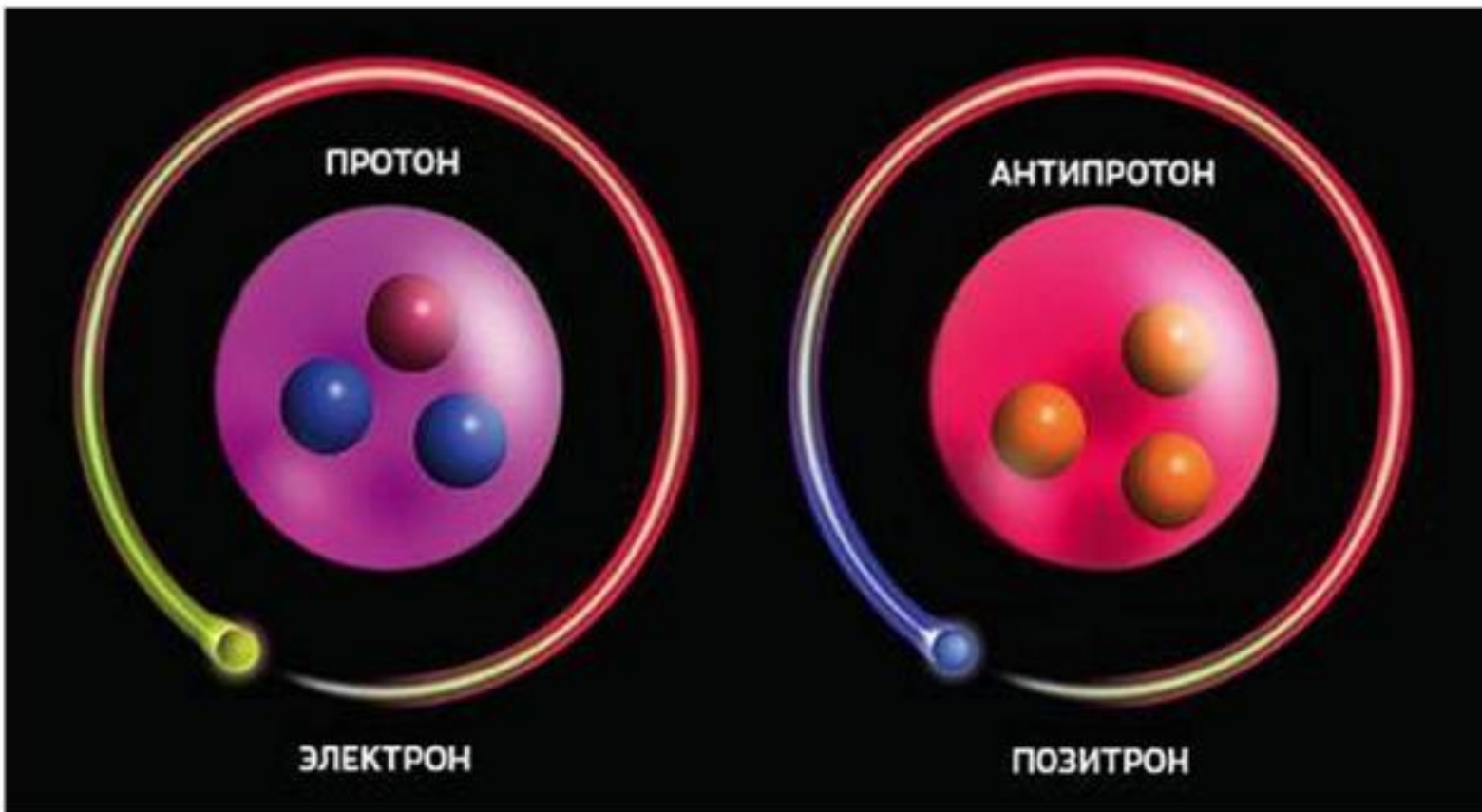
Спин	Общее название частиц	Примеры
0	скалярные частицы	π -мезоны, К-мезоны, хиггсовский бозон, атомы и ядра ^4He , чётно-чётные ядра, парапозитроний
1/2	спинорные частицы	электрон, кварки, протон, нейтрон, атомы и ядра ^3He
1	векторные частицы	фотон, глюон, векторные мезоны, ортопозитроний
3/2	спин-векторные частицы	Δ -изобары
2	тензорные частицы	гравитон, тензорные мезоны

Кварки

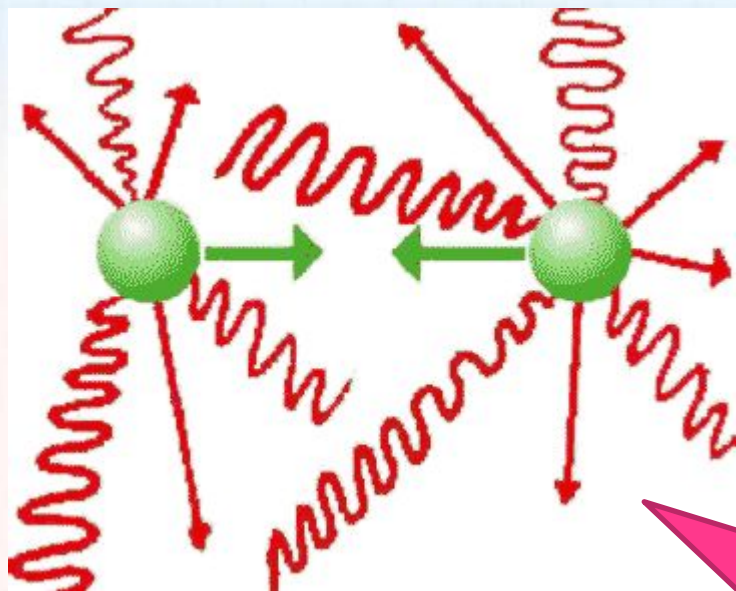
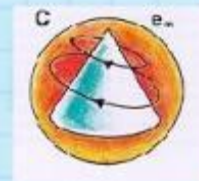
- Кварки участвуют в **сильных** взаимодействиях, а также в **слабых** и в **электромагнитных**



- Заряд до +
- Кварки составляют адроны нейтральные



Четыре вида физических взаимодействий



- гравитационные,
- электромагнитные,
- слабые,
- сильные.

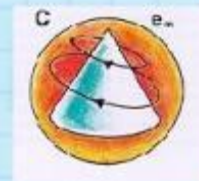
Ядерны
е

Слабое взаимодействие природы частиц.

Сильные взаимодействия различные ядерные реакции, возникновение сил, связанных с протонами в ядрах.

Механизм взаимодействий один: за счет обмена другими частицами - переносчиками взаимодействия.

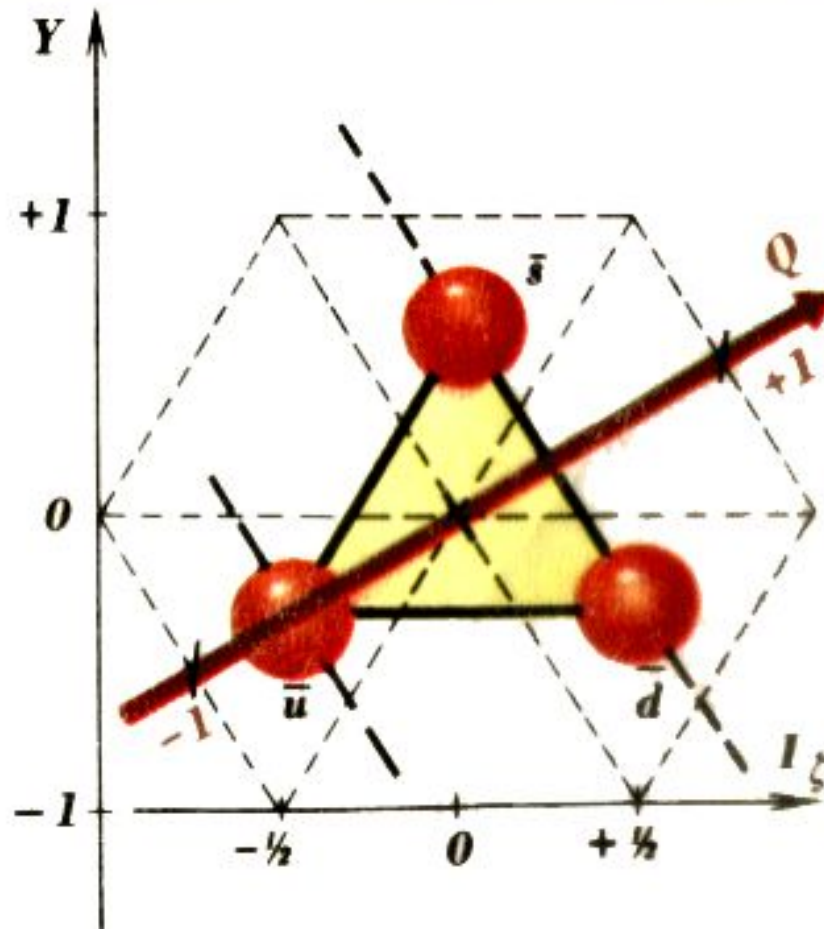
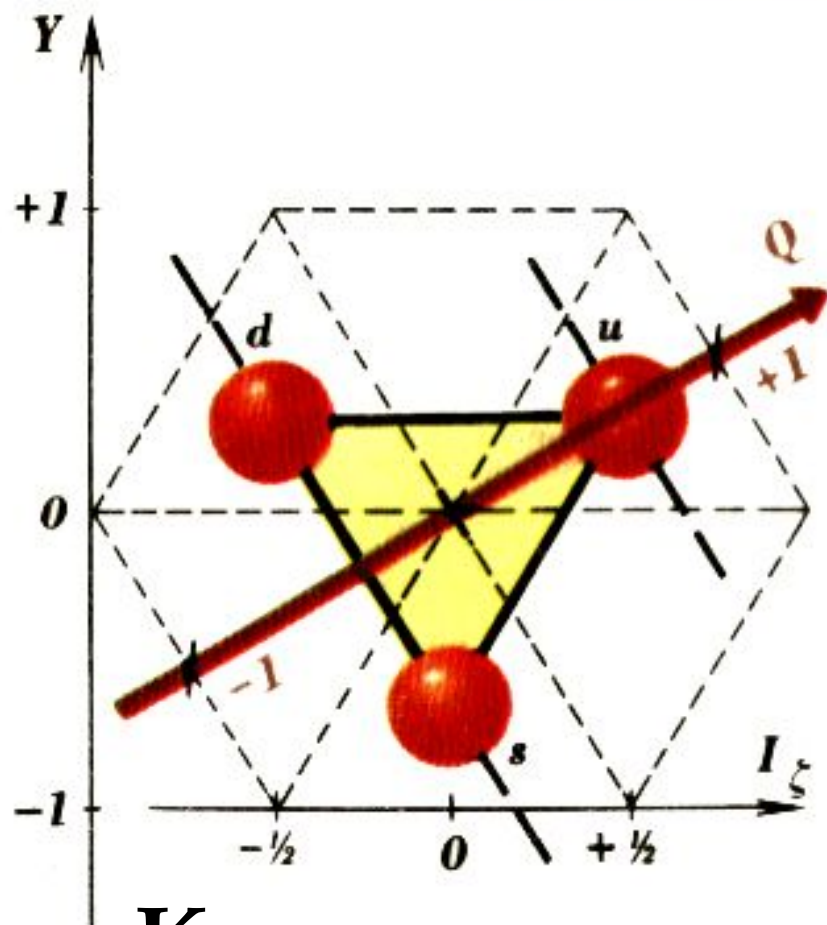
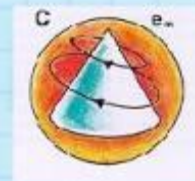
Четыре вида физических взаимодействий



Взаимодействие	Радиус действия	Конст. взаимодейств.
Гравитационное	Бесконечно большой	$6 \cdot 10^{-39}$
Электромагнитное	Бесконечно большой	$1/137$
Слабое	Не превышает 10^{-16} см	10^{-14}
Сильное	Не превышает 10^{-13} см	1

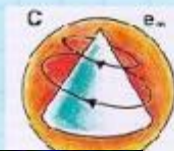
нулю.

Свойства кварков

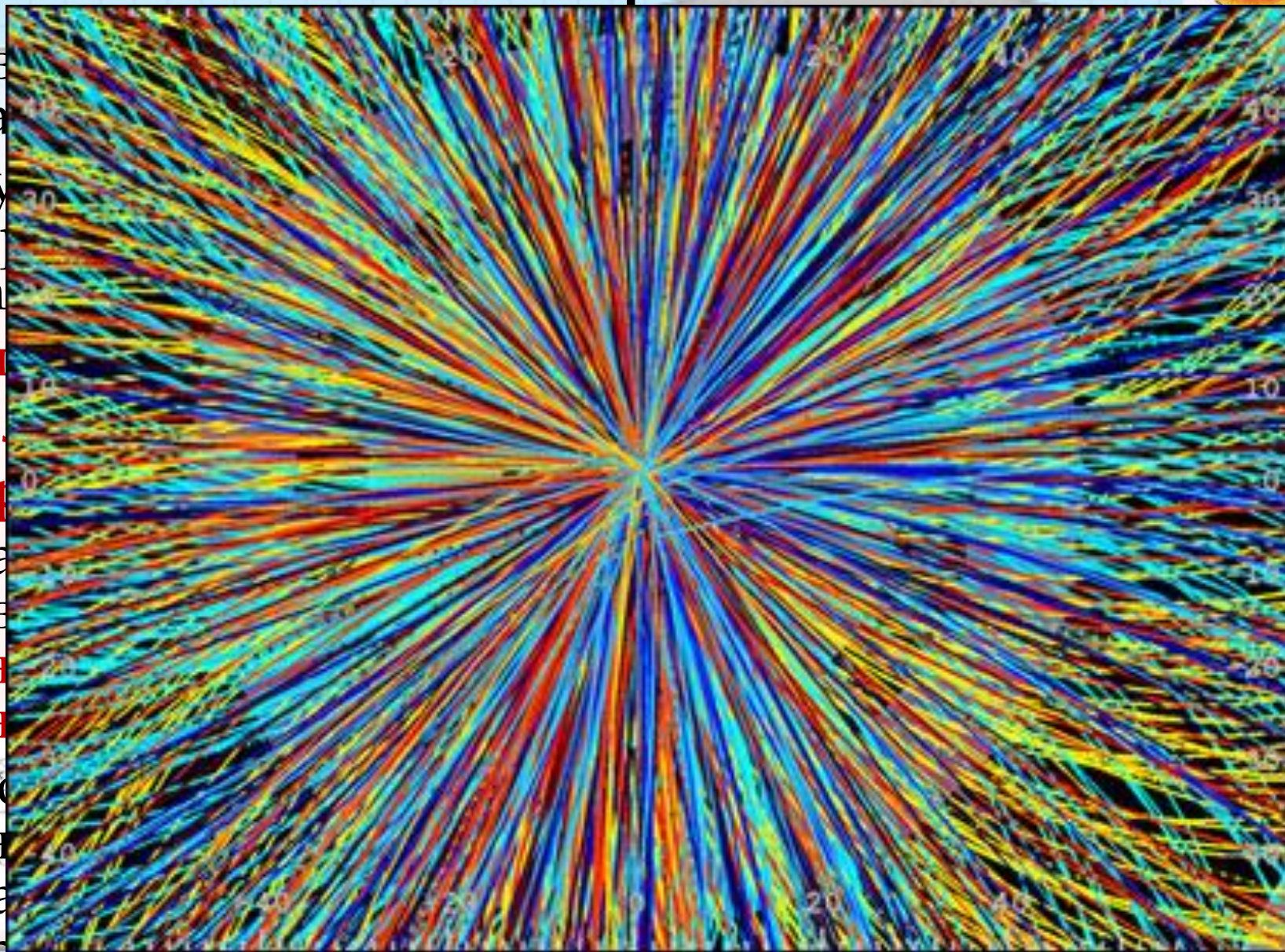


Кварковые супермультиплеты
(триада $\langle u, d, s \rangle$ и антитриада $\langle \bar{u}, \bar{d}, \bar{s} \rangle$)

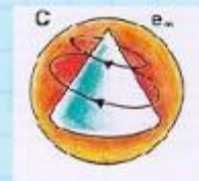
Свойства кварков: цвет



- Кварки имеют три цвета: красный, синий и зеленый.
- Суммарный цвет кварков в адронах должен быть белым (нейтральным).
- **Синий**
- **Зеленый**
- **Красный**
- Кварки взаимодействуют с глюонами, которые также имеют цвет.
- В адронах кварки связаны в пары (кварк-антикварк) или тройки (кварк-кварк-антикварк), что обеспечивает им противоблокальный цветовой



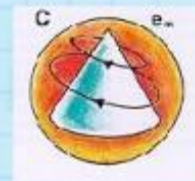
Свойства кварков: масса



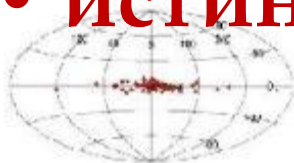
- У кварков имеется два основных типа масс, несовпадающих по величине:
- *масса токового кварка*, оцениваемая в процессах со значительной передачей квадрата 4-импульса, и
- *структурная масса* (блоковая, конституэнтная масса); включает в себя ещё массу глюонного поля вокруг кварка и оценивается из массы адронов и их кваркового состава.



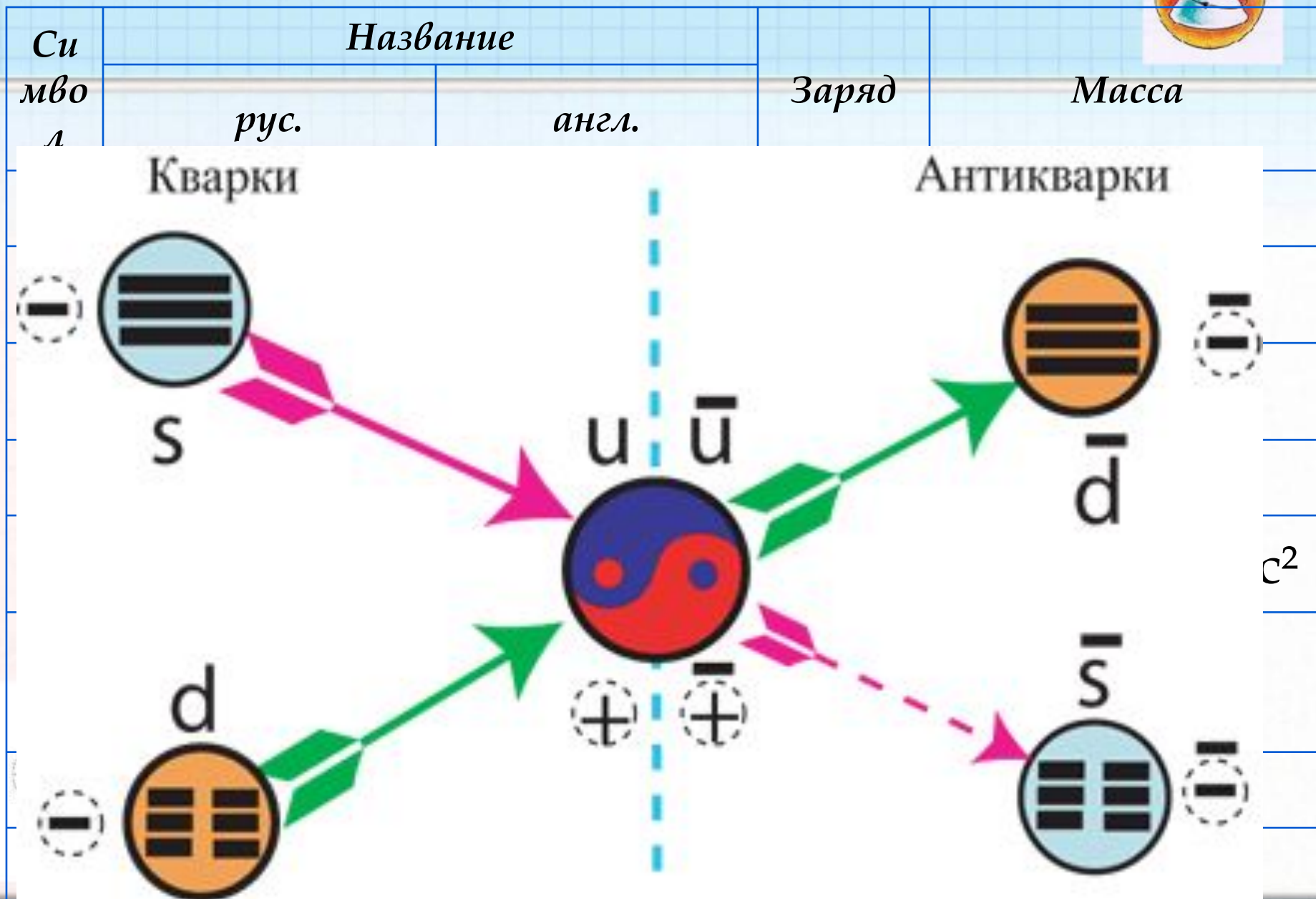
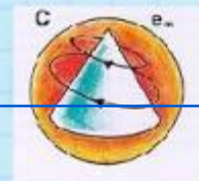
Свойства кварков: аромат



- Каждый аромат (вид) кварка характеризуется такими квантовыми числами, как
- **изоспин I_z ,**
- **странность S ,**
- **очарование C ,**
- **прелесть (боттомность, красота) B' ,**
- **истинность (топность) T .**



Свойства кварков: аромат



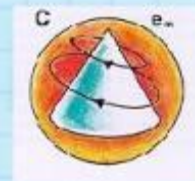
Наименование частиц			Символ		Масса в элек- тронных массах	Элек- триче- ский заряд	Время жизни, с		
			час- тица	анти- час- тица					
Фотон			γ	γ	0	0	Стабилен		
Лептоны	Нейтрино электрон- ное		ν_e	$\bar{\nu}_e$	0	0	Стабильно		
	Нейтрино мюонное		ν_μ	$\bar{\nu}_\mu$	0	0	Стабильно		
	Тау-нейтрино		ν_τ	$\bar{\nu}_\tau$	0	0	Стабильно		
	Электрон		e^-	e^+	1	-1	Стабилен		
	Мюон		μ^-	μ^+	207	-1	$2,2 \cdot 10^{-6}$		
	Тау-лептон		τ^-	τ^+	3492	-1	$1,46 \cdot 10^{-12}$		
Адроны	Мезоны	Пи-мезоны		π^0	π^0	264,1	0	$1,83 \cdot 10^{-16}$	
		(пионы)		π^+	π^-	273,1	1	$2,6 \cdot 10^{-8}$	
		Ка-мезоны		K^+	K^-	966,4	1	$1,2 \cdot 10^{-8}$	
		(каоны)		K^0	K^0	974,1	0	$K_S^0 — 8,9 \cdot 10^{-11}$ $K_L^0 — 5,2 \cdot 10^{-8}$	
		Эта-нуль-мезон		η^0	η^0	1074	0	$2,4 \cdot 10^{-19}$	
	Барионы	Ну- кло- ны	Протон		p	$\bar{p}$	1836,1	1	Стабилен (?)
			Нейтрон		n	$\bar{n}$	1838,6	0	10^3
		Гипероны	Гиперонлямбда		Λ^0	$\bar{\Lambda}^0$	2183,1	0	$2,63 \cdot 10^{-10}$
			Гиперонсигма		Σ^+	$\bar{\Sigma}^+$	2327,6	1	$8 \cdot 10^{-11}$
					Σ^0	$\bar{\Sigma}^0$	2333,6	0	$5,8 \cdot 10^{-30}$
					Σ^-	$\bar{\Sigma}^-$	2343,1	-1	$1,48 \cdot 10^{-10}$
			Гиперонкси		Ξ^0	$\bar{\Xi}^0$	2572,8	0	$2,9 \cdot 10^{-10}$
					Ξ^-	$\bar{\Xi}^-$	2586,6	-1	$1,64 \cdot 10^{-10}$
			Омегаминус- гиперон		Ω	$\bar{\Omega}$	3273	-1	$8,2 \cdot 10^{-11}$

ПЕРИОДИЧЕСКАЯ СИСТЕМА ЭЛЕМЕНТАРНЫХ ЧАСТИЦ

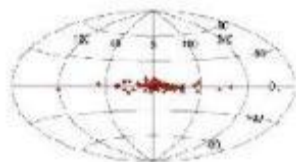
0 КВАНТ ПРОСТРАНСТВА		000 ⁰ Резон Razon		000 ⁰ ρ^0					
1 КВАНТЫ ЗАРЯДОВ		-3	-2	-1	+1	+2	+3		
		-100 ⁻⁹ Φ^- Антигравитон Antigraviton	0-10 ⁻³ γ^- Антифотон Antiphoton	00-1 ⁻¹ η^- Заряд "минус" Minus	001 ⁺¹ η^+ Заряд "плюс" Plus	010 ⁺³ γ^+ Фотон Photon	100 ⁺⁹ Φ^+ Гравитон Graviton		
И П Л Е Й		1-10 ⁺⁶ ν^- Антинейтрино Antineutrino	10-1 ⁺⁸ χ^- Антиконденсон Anticondenson	101 ⁺¹⁰ χ^+ Конденсон Condenson	110 ⁺¹² ν^+ Нейтрино Neutrino				
П О Л Ы				01-1 ⁺² δ^- U-магнитон U-magniton	011 ⁺⁴ δ^+ S-магнитон S-magniton	Поля δ^- & δ^+ – магнитное ν^- & ν^+ – гравитационное χ^- & χ^+ – электростатическое (e^- & e^+) – электромагнитное			
Н Т Ы				0-1-1 ⁻⁴ $b\delta^-$ Чёрный U-магнитон Black U-magniton	0-11 ⁻² $b\delta^+$ Чёрный S-магнитон Black S-magniton				
К В А Н Т Ы				-1-10 ⁻¹² $b\nu^-$ Чёрное антинейтрино Black antineutrino	-10-1 ⁻¹⁰ $b\chi^-$ Чёрный антиконденсон Black anticondenson	-101 ⁻⁸ $b\chi^+$ Чёрный конденсон Black condenson	-110 ⁻⁶ $b\nu^+$ Чёрное нейтрино Black neutrino		
Период 2				11-1 ⁺¹¹ e^- Электрон Electron	111 ⁺¹³ e^+ Позитрон Positron	К периодической системе химических элементов Д.И. Менделеева			
Период 3				1-1-1 ⁺⁵ $b e^-$ Чёрный электрон Black electron	1-11 ⁺⁷ $b e^+$ Чёрный позитрон Black positron				
К Л Ю Ч				-11-1 ⁻⁷ νe^- Виртуальный электрон Virtual electron	-111 ⁻⁵ νe^+ Виртуальный позитрон Virtual positron	+24 e^- & e^+ – электрический ток			
Элементарный номер: тротичный десятичный Степень реальности Обозначение Квантовый заряд				-1-1-1 ⁻¹³ $w e^-$ Призрак электрона Prisrack electron	-1-11 ⁻¹¹ $w e^+$ Призрак позитрона Prisrack positron				
Название / Name				Общий закон взаимодействий					
				$F=[G,j,k]\frac{\kappa_{1000}K[m_e,J,e]\kappa_{2000}K[m_e,J,e]}{r^2}$					

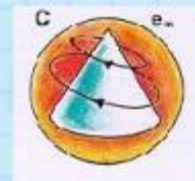
Характеристики кварков

Электрический заряд Q	-1/3	+2/3	-1/3	+2/3	-1/3	+2/3
Барионное число B	1/3	1/3	1/3	1/3	1/3	1/3
Спин J	1/2	1/2	1/2	1/2	1/2	1/2
Четность P	+1	+1	+1	+1	+1	+1
Изоспин I	1/2	1/2	0	0	0	0
Проекция изоспина I ₃	-1/2	+1/2	0	0	0	0
Странность s	0	0	-1	0	0	0
Charm c	0	0	0	+1	0	0
Bottomness b	0	0	0	0	-1	0
Topness t	0	0	0	0	0	+1
Масса в составе адрона, ГэВ	0.31	0.31	0.51	1.8	5	180
Масса "свободного" кварка, ГэВ	~0.0	~0.00	0.08-	1.1-	4.1-	174±



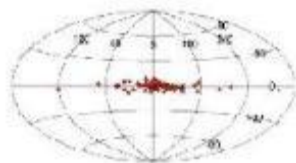
РАССМОТРИМ ЗАДАЧИ

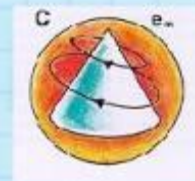




Какая энергия выделяется
при аннигиляции электрона и
позитрона?

- А. $m_e c$. Б. $\frac{m_e c^2}{2}$. В. $m_e c^2$. Г. $2m_e c^2$.





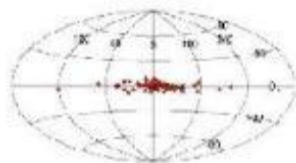
Какая энергия выделяется
при аннигиляции протона и
антипротона?

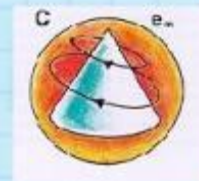
А. $2m_e c^2$.

Б. $m_p c$.

В. $\frac{m_p c^2}{2}$.

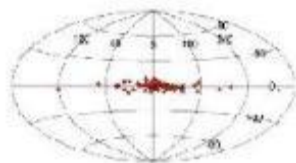
Г. $m_p c$

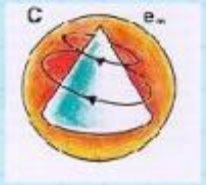




При каких ядерных процессах возникает нейтрино?

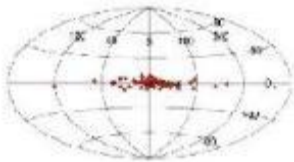
- А. При α - распаде.
- Б. При β - распаде.
- В. При излучении γ - квантов.
- Г. При любых ядерных превращениях

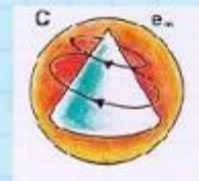




При каких ядерных процессах возникает антинейтрино?

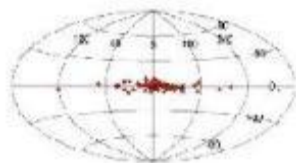
- А. При α - распаде.
- Б. При β - распаде.
- В. При излучении γ - квантов.
- Г. При любых ядерных превращениях

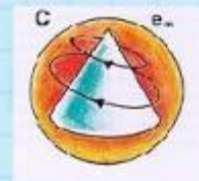




Протон состоит из ...

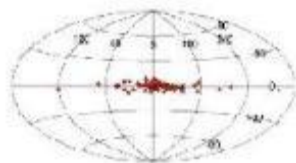
- А. . . .нейтрона, позитрона и нейтрино.
- Б. . . .мезонов.
- В. . . .кварков.
- Г. Протон не имеет составных частей.



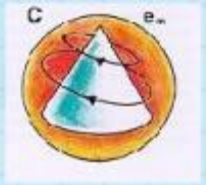


Нейтрон состоит из ...

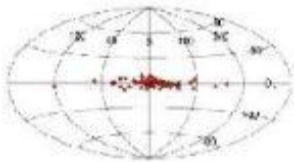
- А. . . . протона, электрона и нейтрино.
- Б. . . . мезонов.
- В. . . . кварков.
- Г. Нейтрон не имеет составных частей.



Что было доказано опытами Дэвиссона и Джермера?



- А. Квантовый характер поглощения энергии атомами.
- Б. Квантовый характер излучения энергии атомами.
- В. Волновые свойства света.
- Г. Волновые свойства электронов.





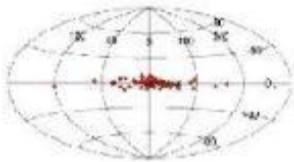
Какая из приведенных формул определяет длину волны де-Бройля для электрона (m и v — масса и скорость электрона)?

А. cT .

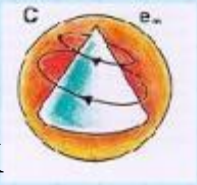
Б. $\frac{c}{v}$.

В. $\frac{h}{mv}$.

Г. $\frac{h}{mc}$.



Тест



1. Какие физические системы образуются из элементарных частиц в результате электромагнитного взаимодействия?

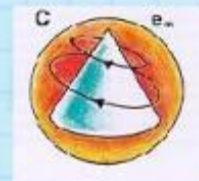
А. Электроны, протоны. **Б.** Ядра атомов. **В.** Атомы, молекулы вещества и античастицы.

2. С точки зрения взаимодействия все частицы делятся на три типа: **А.** Мезоны, фотоны и лептоны. **Б.** Фотоны, лептоны и барионы. **В.** Фотоны, лептоны и адроны.

3. Что является главным фактором существования элементарных частиц? **А.** Взаимное превращение. **Б.** Стабильность. **В.** Взаимодействие частиц друг с другом.

4. Какие взаимодействия определяют устойчивость ядер в атомах? **А.** Гравитационные. **Б.** Электромагнитные. **В.** Ядерные. **Г.** Слабые.





5. Существуют ли в природе неизменные частицы?

А. Существуют. **Б.** Не существуют.

6. Реальность превращения вещества в электромагнитное поле:

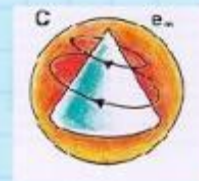
А. Подтверждается на опыте аннигиляции электрона и позитрона. **Б.** Подтверждается на опыте аннигиляции электрона и протона.

7. Реакция превращения вещества в поле: **А.** $e + 2\gamma \rightarrow e^+$ **Б.** $e + 2\gamma \rightarrow e^-$ **В.** $e^+ + e^- = 2\gamma$.

8. Какое взаимодействие ответственно за превращение элементарных частиц друг в друга? **А.** Сильное взаимодействие. **Б.** Гравитационное. **В.** Слабое взаимодействие **Г.** Сильное, слабое, электромагнитное.



Ответы: В; В; А; В; Б; А; В; Г.



Литература

- Периодическая система элементарных частиц / <http://www.organizmica.ru/archive/508/pic-011.gif>;
- Ишханов Б.С. , Кэбин Э.И. Физика ядра и частиц, XX век / <http://nuclphys.sinp.msu.ru/introduction/index.html>
- ТАБЛИЦА ЭЛЕМЕНТАРНЫХ ЧАСТИЦ / <HTTP://LIB.KEMTIPP.RU/LIB/27/48.HTM>
- Частицы и античастицы / <http://www.pppa.ru/additional/02phy/07/phy23.php>
- Элементарные частицы. [справочник](#) > [химическая энциклопедия](#) / http://www.chemport.ru/chemical_encyclopedia_article_4519.html
- Физика элементарных частиц / http://www.leforio.narod.ru/particles_physics.htm
- Кварк / <http://www.wikiznanie.ru/ru-wz/index.php/%D0%9A%D0%B2%D0%B0%D1%80%D0%BA>
- Физика ядра и элементарных частиц. Знания – сила. / http://znaniya-sila.narod.ru/physics/physics_atom_04.htm
- Кварк. Материал из Википедии — свободной энциклопедии / <http://ru.wikipedia.org/wiki/%CA%E2%E0%E0%EA>
- 2.0 кварках. / <http://www.milogiya.narod.ru/kvarki1.htm>
- Гармония радуги / <http://www.milogiya2008.ru/uzakon5.htm>

