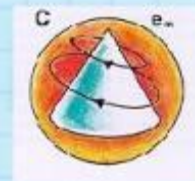


Муниципальное бюджетное нетиповое
общеобразовательное учреждение
"Гимназия №1 имени Тасирова Г.Х. города
Белово"

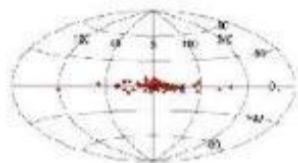


Элементарные частицы

Презентация к уроку физики в 11 классе
(профильный уровень)

Выполнила: Попова И.А.,
учитель физики

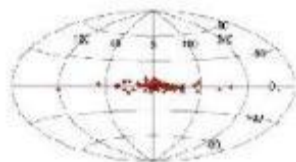
Белово, 2012 г.



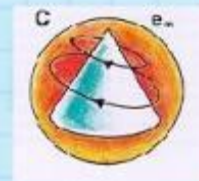


ЦЕЛЬ:

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?

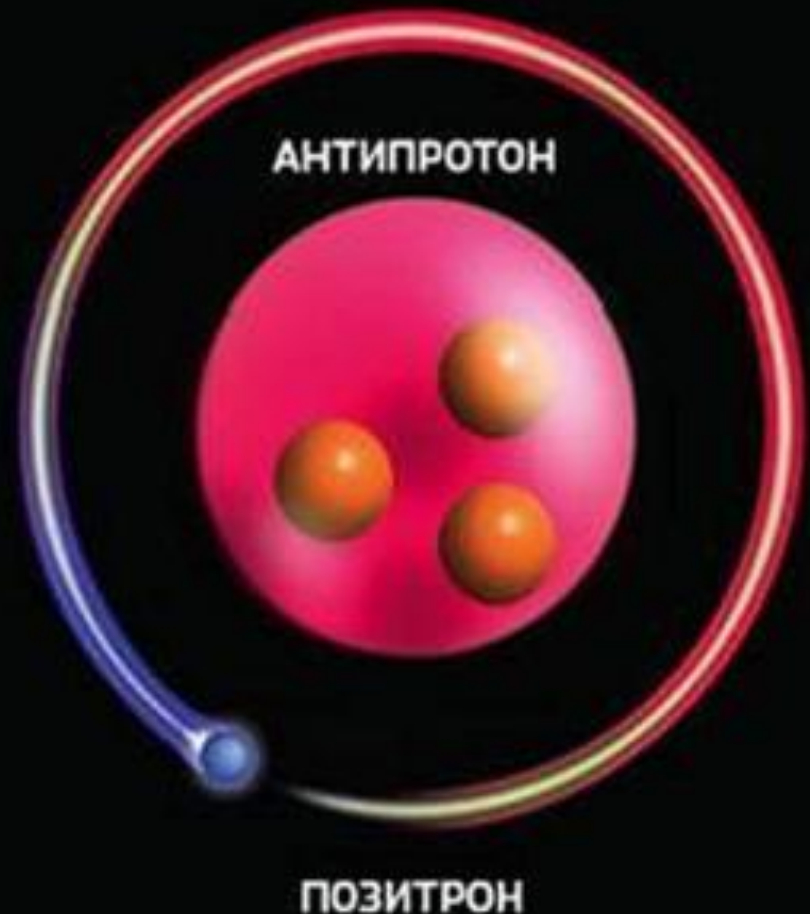
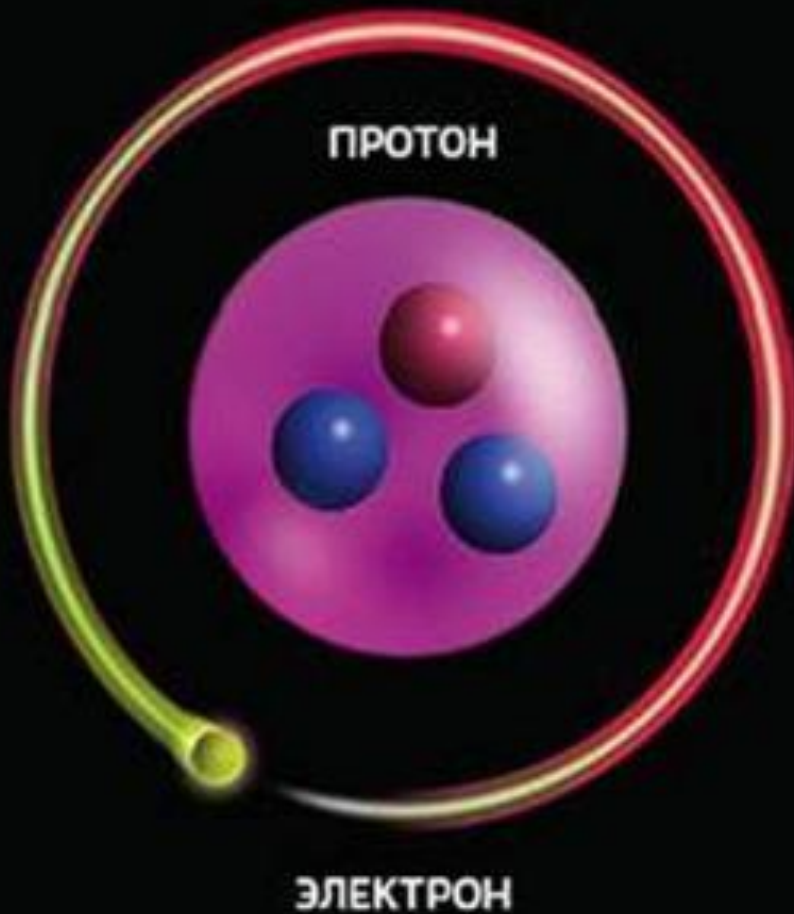


"Не существует ничего, кроме атомов и чистого пространства, все остальное - воззрение"

- 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 ет

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

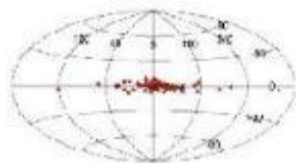
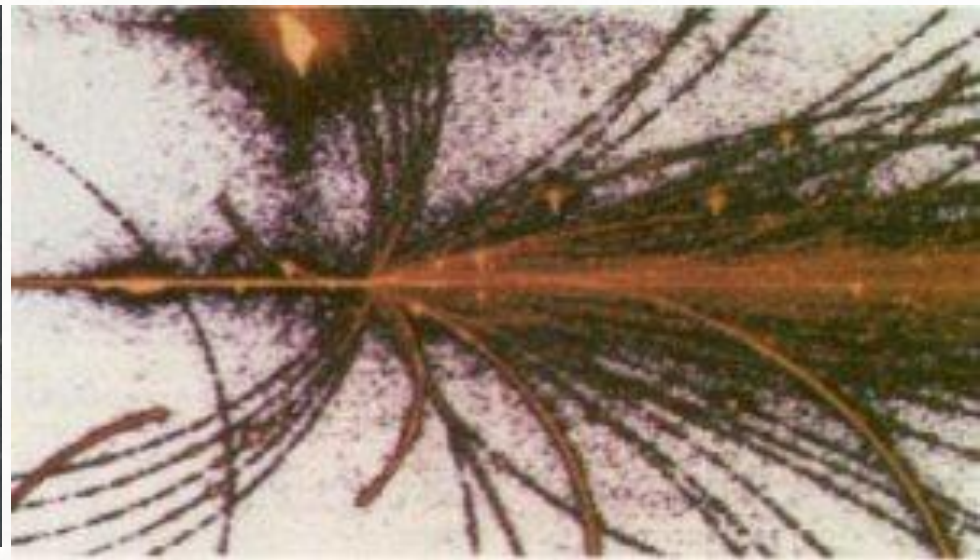
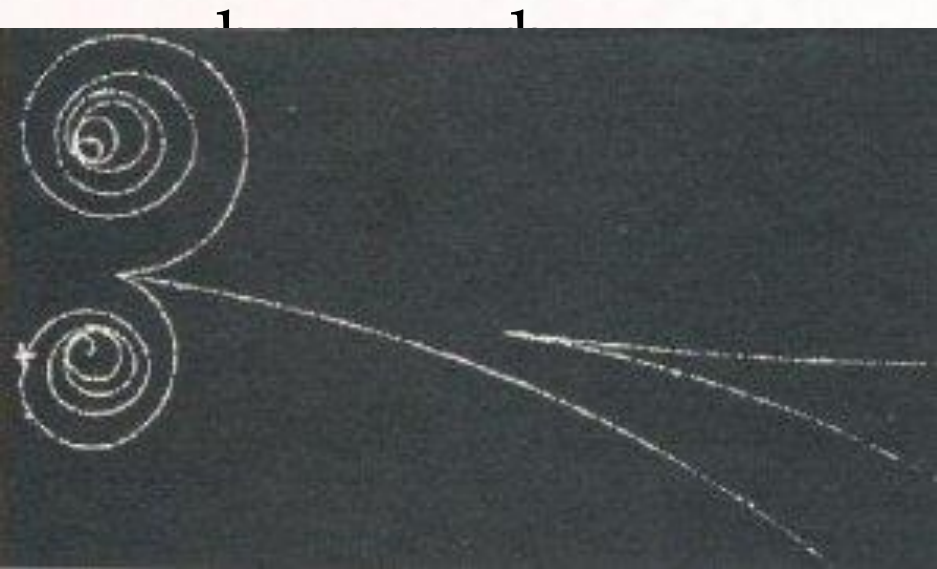
1962 г.	М. Гелл-Манн и независимо Дж. Цвейг	Предложили модель строения сильно взаимодействующих частиц из фундаментальных частиц - кварков
---------	-------------------------------------	--

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

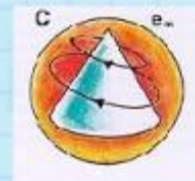
Как обнаружить элементарную частицу?



- 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

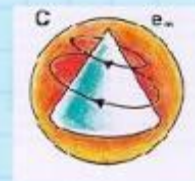
КВАРКИ	ЛЕПТОНЫ	БОЗОНЫ	
масса — 2,4 МэВ заряд — 2/3 спин — 1/2 u up верхний	масса — 1,27 ГэВ заряд — 2/3 спин — 1/2 c charm очарованный	масса — 171,2 ГэВ заряд — 2/3 спин — 1/2 t top (truth) истинный	масса — 0 заряд — 0 спин — 1 γ фотон
масса — 4,8 МэВ заряд — -1/3 спин — 1/2 d down нижний	масса — 104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

Три поколения фермионов

Кварки

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

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

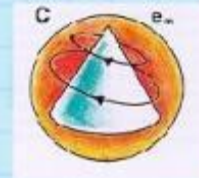


Кварки

- **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

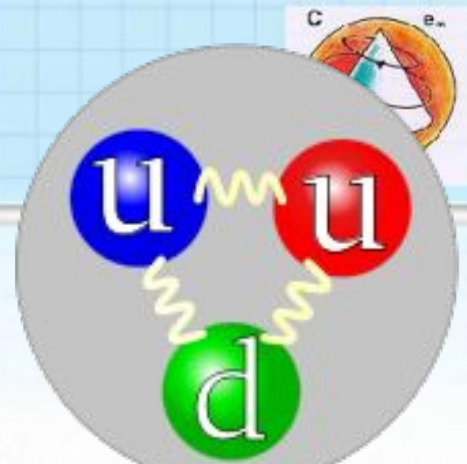
Спин является **внутренней квантовой характеристикой частицы**, которая не имеет аналога в классической механике;

Спины некоторых микрочастиц



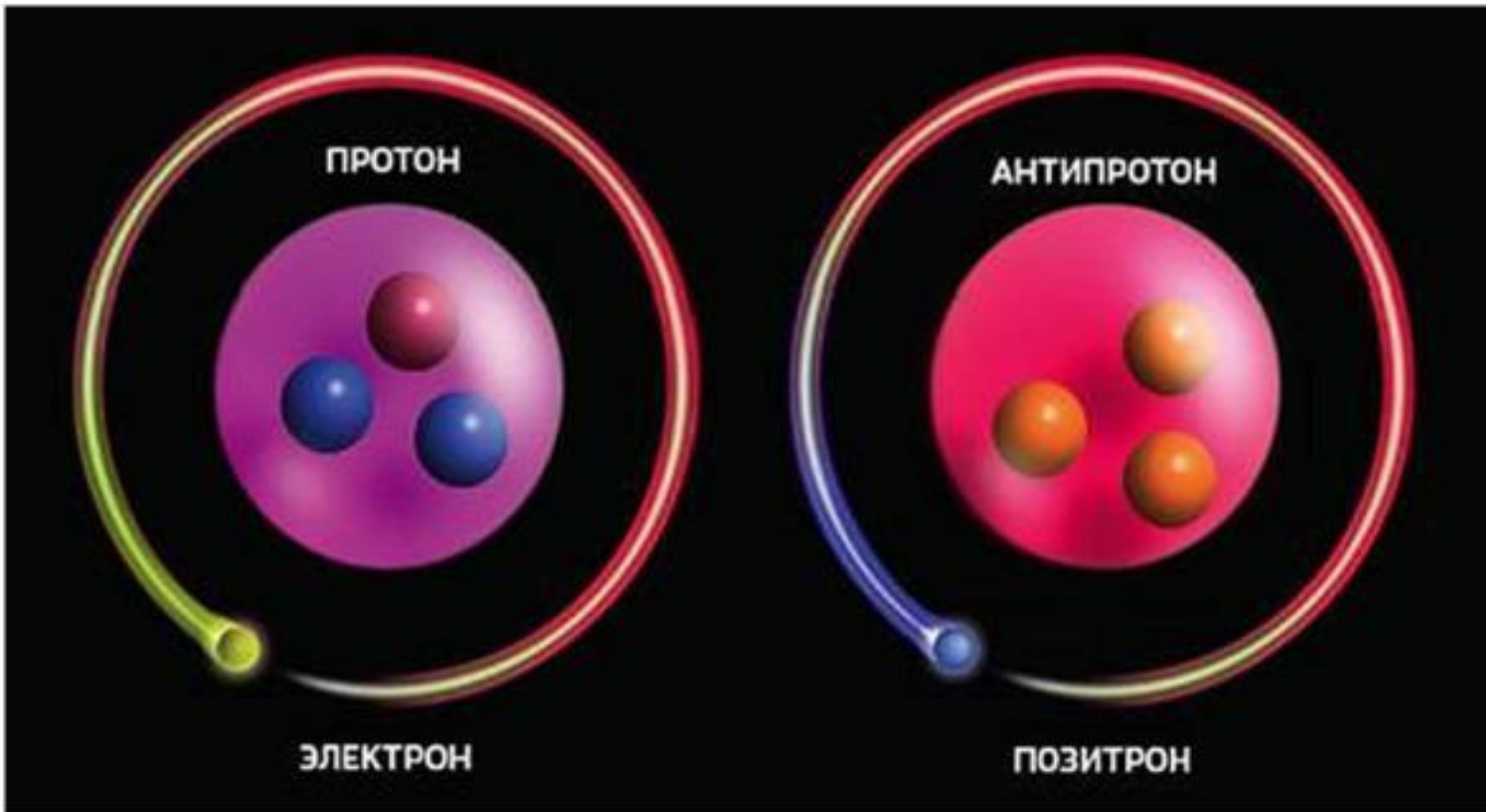
Спин	Общее название частиц	Примеры
0	скалярные частицы	π -мезоны, K -мезоны, хиггсовский бозон, атомы и ядра ${}^4\text{He}$, чётно-чётные ядра, парапозитроний
1/2	спинорные частицы	электрон, кварки, протон, нейтрон, атомы и ядра ${}^3\text{He}$
1	векторные частицы	фотон, глюон, векторные мезоны, ортопозитроний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

Кварки

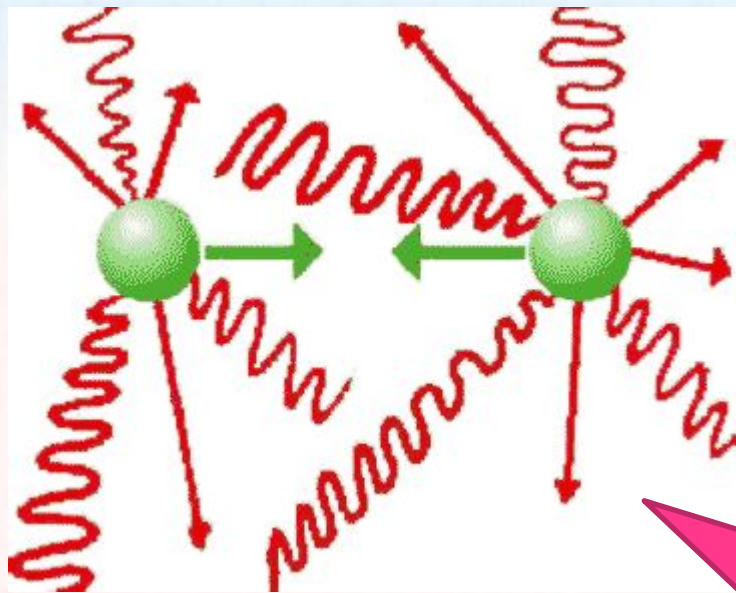


- Кварки участвуют в **сильных** взаимодействиях, а также в **слабых** и в **электромагнитных**

- Заряд до **+**
- Кварки являются составляющими адронов нейтральных



Четыре вида физических взаимодействий



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

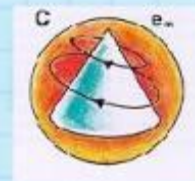
Ядерны
е

Слабое взаимодействие определяет природу частиц.

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

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

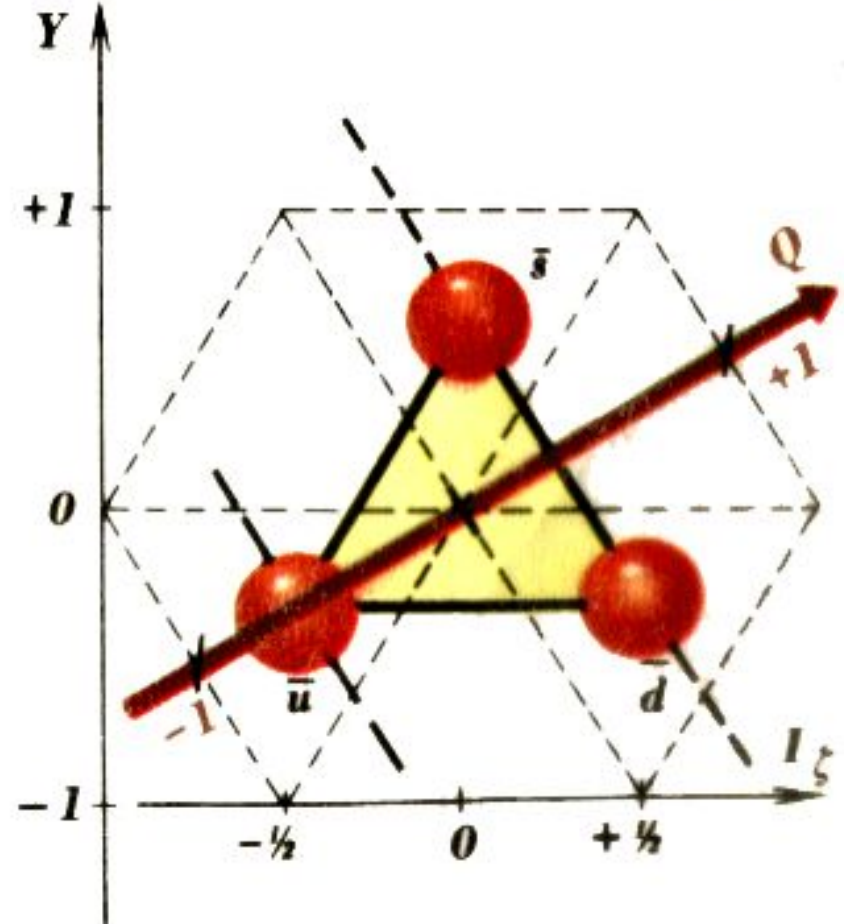
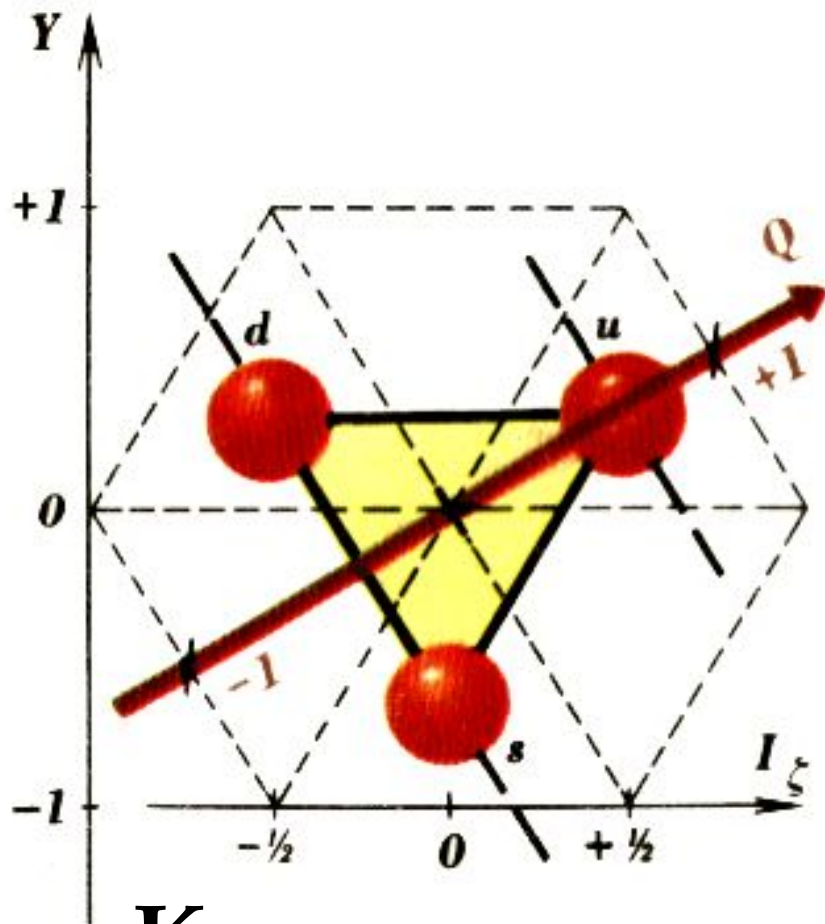
Четыре вида физических взаимодействий



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

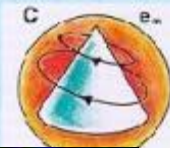
нулю.

Свойства кварков

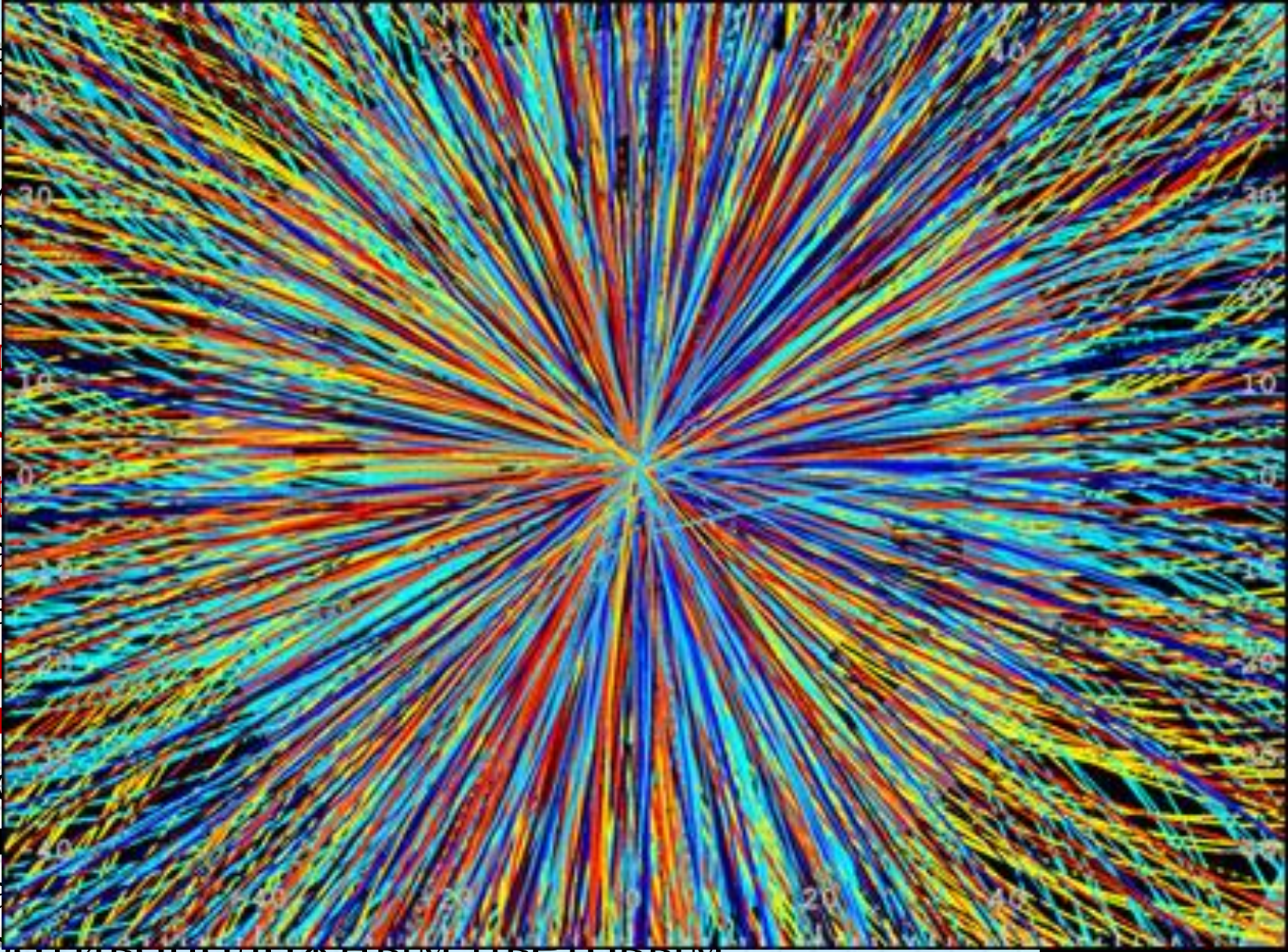


Кварковые супермультиплеты
(триада $\langle u, d, s \rangle$ и антитриада $\langle \bar{u}, \bar{d}, \bar{s} \rangle$)

Свойства кварков: цвет

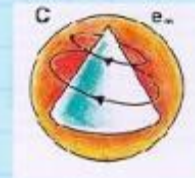


- Кварки имеют три цвета: красный, зеленый и синий.
- Существуют антикварки с противоположными цветами.
- Цветовые кванты (глюоны) переносят цвет между кварками.
- Кварки и глюоны образуют протоны и нейтроны.
- В адронах цвета сбалансированы: либо три кварка (барионы), либо кварк и антикварк (мезоны).
- Протоны состоят из двух красных и одного верхнего кварка.
- Нейтроны состоят из одного красного, одного зеленого и одного верхнего кварка.



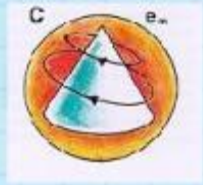
IS
red

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.

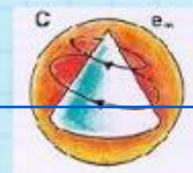
Свойства кварков: аромат



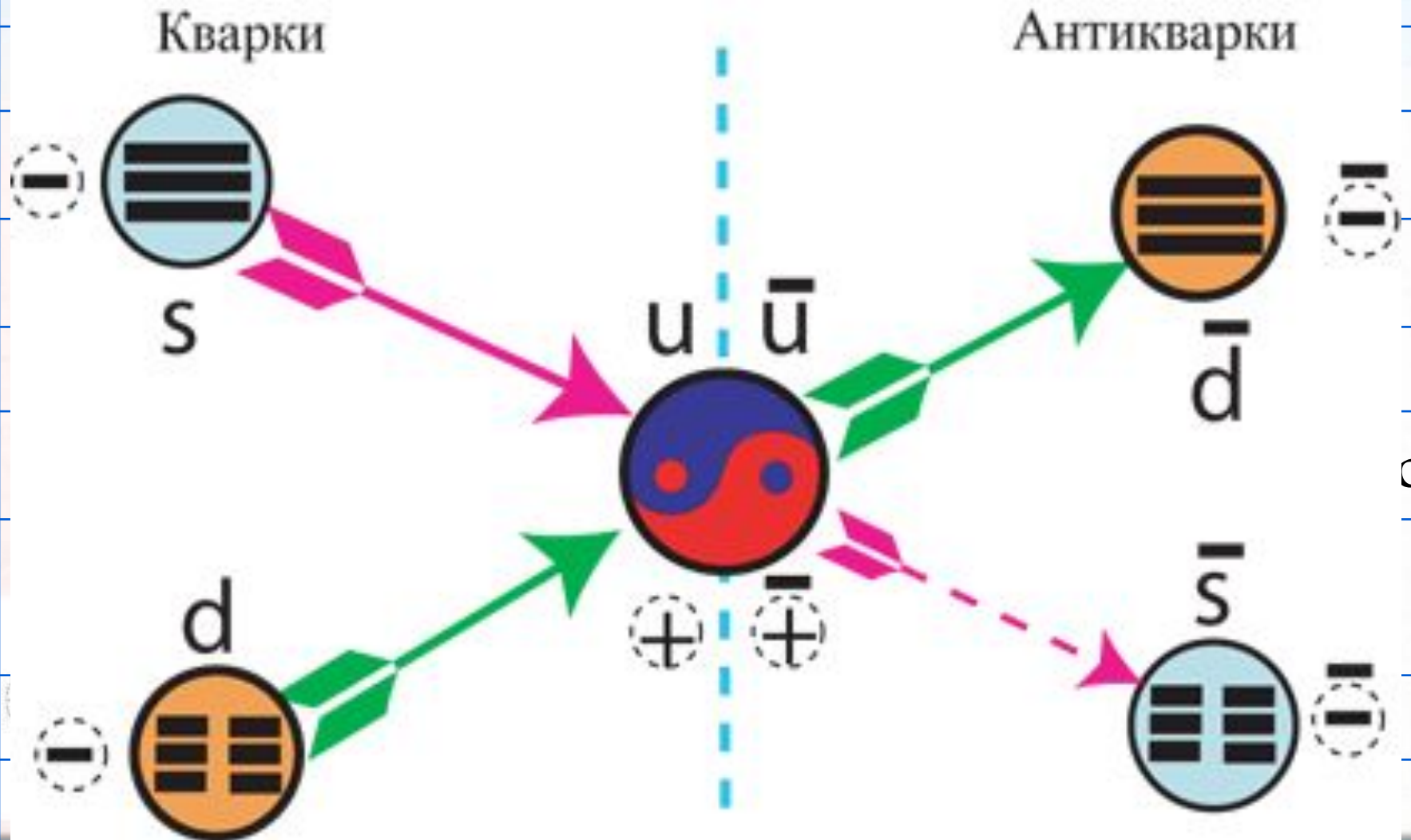
- Каждый аромат (вид) кварка характеризуется такими квантовыми числами, как
 - **изоспин I_z ,**
 - **странность $S,$**
 - **очарование $C,$**
 - **прелесть (боттомность, красота) $B',$**
 - **истинность (топность) $T.$**



Свойства кварков: аромат



Символ	Название		Заряд	Масса
	рус.	англ.		



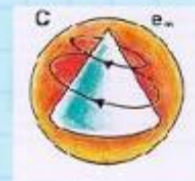
Наименование частиц		Символ		Масса в электронных массах	Электрический заряд	Время жизни, с			
		частица	анти-частица						
Фотон		γ	γ	0	0	Стабилен			
Лептоны	Нейтрино электронное	ν_e	$\bar{\nu}_e$	0	0	Стабильно			
	Нейтрино мюонное	ν_μ	$\bar{\nu}_\mu$	0	0	Стабильно			
	Тау-нейтрино	ν_τ	$\bar{\nu}_\tau$	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 (пионы)		π^0	π^0	264,1	0	$1,83 \cdot 10^{-16}$	
		π^+	π^-	273,1	1	$2,6 \cdot 10^{-8}$			
		Ка-мезоны (каоны)		K^+	K^-	966,4	1	$1,2 \cdot 10^{-8}$	
		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	Нуклоны	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

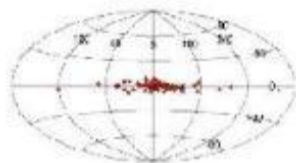
		000 ⁰ Резон Razon					
		-3	-2	-1	+1	+2	+3
0	КВАНТ ПРОСТРАНСТВА				ρ^0		
1	КВАНТЫ ЗАРЯДОВ	-100^{-9} Φ^- Антигравитон Antigraviton	$0-10^{-3}$ γ^- Антифотон Antiphoton	$00-1^{-1}$ η^- Заряд "минус" Minus	001^{+1} η^+ Заряд "плюс" Plus	010^{+3} γ^+ Фотон Photon	100^{+9} Φ^+ Гравитон Graviton
2	И П О Л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

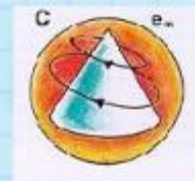
Характеристики кварков

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





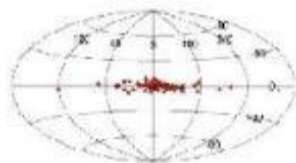
Какая энергия выделяется при аннигиляции электрона и позитрона?

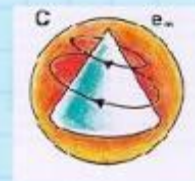
А. $m_e c$.

Б. $\frac{m_e c^2}{2}$.

В. $m_e c^2$.

Г. $2m_e c^2$.





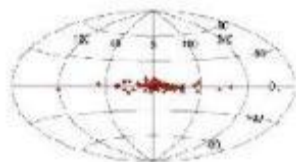
Какая энергия выделяется при аннигиляции протона и антипротона?

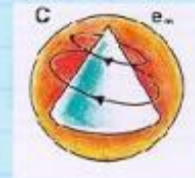
А. $2m_e c^2$.

Б. $m_p c$.

В. $\frac{m_p c^2}{2}$.

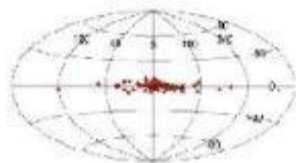
Г. $m_p c$

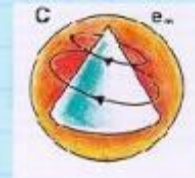




При каких ядерных процессах возникает нейтрино?

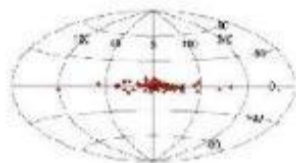
- А. При α - распаде.
- Б. При β - распаде.
- В. При излучении γ - квантов.
- Г. При любых ядерных превращениях

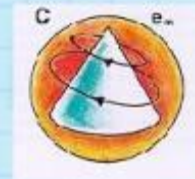




При каких ядерных процессах возникает антинейтрино?

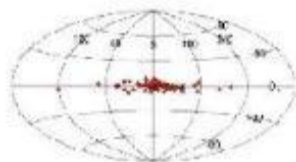
- А. При α - распаде.
- Б. При β - распаде.
- В. При излучении γ - квантов.
- Г. При любых ядерных превращениях

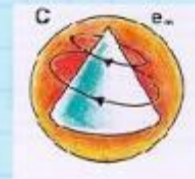




Протон состоит из ...

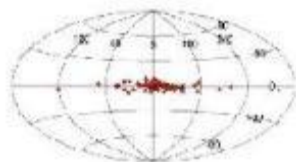
- А. . . .нейтрона, позитрона и нейтрино.
- Б. . . .мезонов.
- В. . . .кварков.
- Г. Протон не имеет составных частей.





Нейтрон состоит из ...

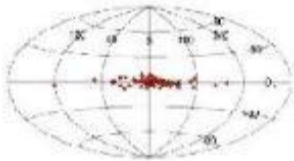
- А. . . . протона, электрона и нейтрино.
- Б. . . . мезонов.
- В. . . . кварков.
- Г. Нейтрон не имеет составных частей.

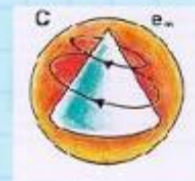


Что было доказано опытами Дэвиссона и Джермера?



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





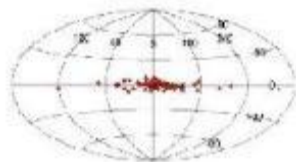
Какая из приведенных формул определяет длину волны де-Бройля для электрона (m и v — масса и скорость электрона)?

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?

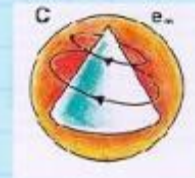
А. Электроны, протоны. **Б.** Ядра атомов. **В.** Атомы, молекулы вещества и античастицы.

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:

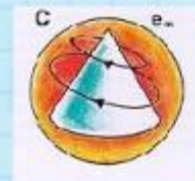
А. Подтверждается на опыте аннигиляции электрона и позитрона. **Б.** Подтверждается на опыте аннигиляции электрона и протона.

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%EA>
- 2.0 кварках. / <http://www.milogiya.narod.ru/kvarki1.htm>
- Гармония радуги / <http://www.milogiya2008.ru/uzakon5.htm>

