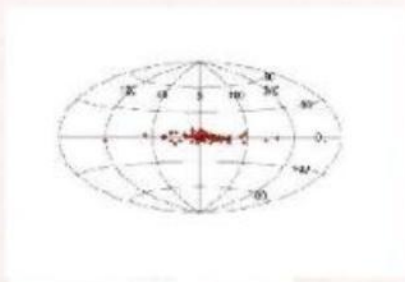




Элементарные частицы

Презентация к уроку физики в 11 классе
(профильный уровень)

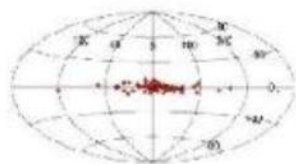




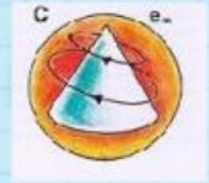
ЦЕЛЬ:

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?

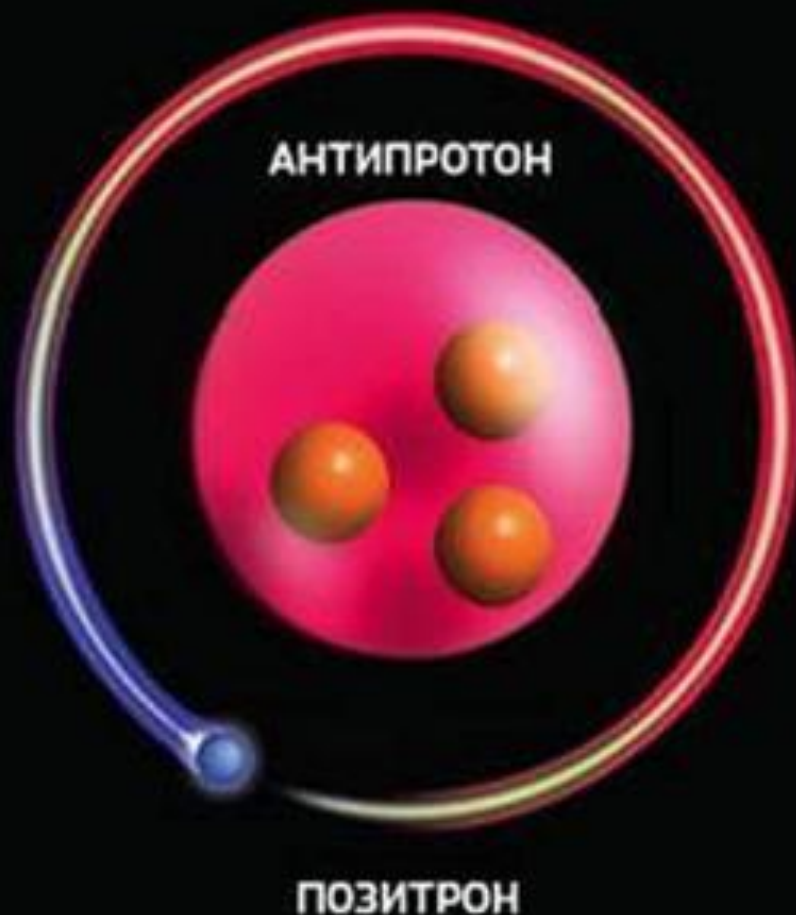
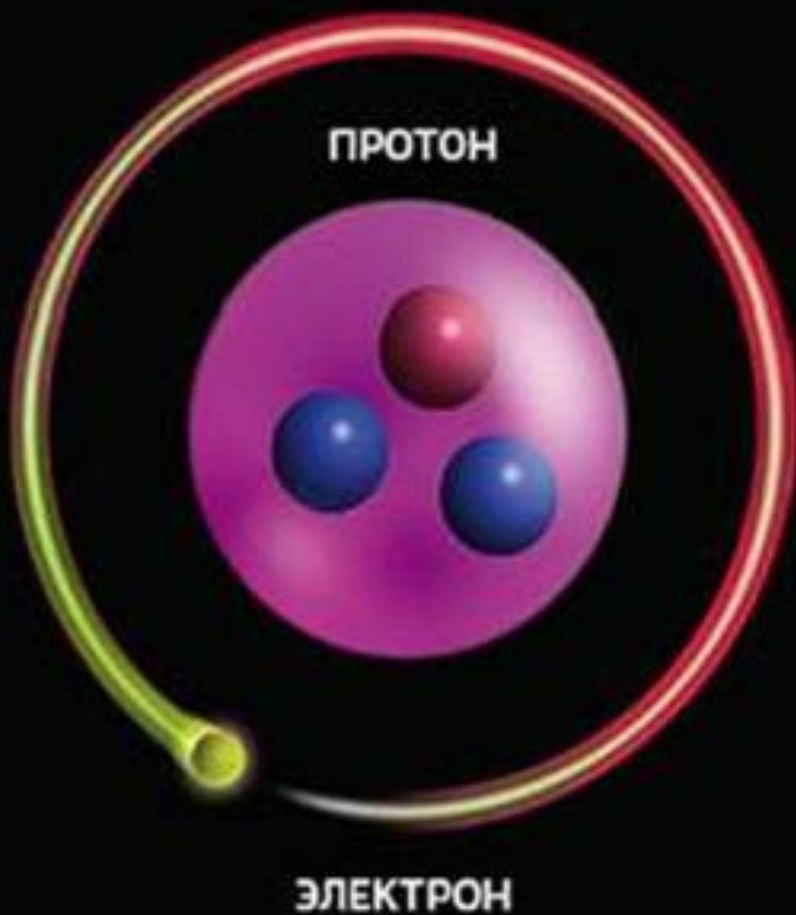


"Не существует ничего, кроме атомов и чистого пространства, все остальное - ~~разрешение~~"

- 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



нейтрино $\bar{\nu}$

1935 г.

Юкава

Открытие мезона

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

0 МэВ до 10^{16} МэВ

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

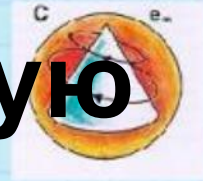
1962 г.

М. Гелл-Манн
и независимо
Дж. Цвейг

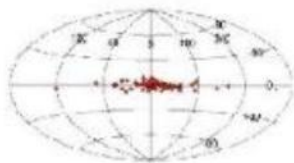
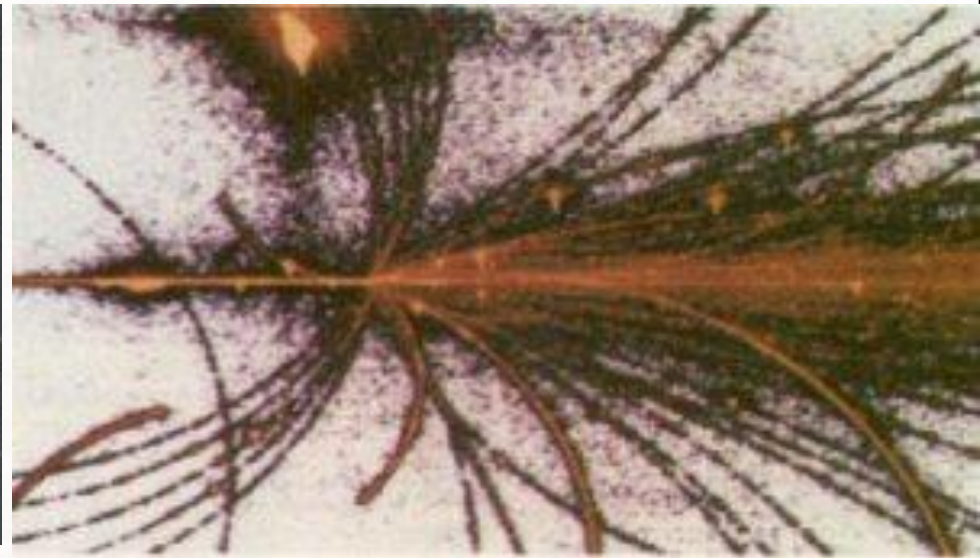
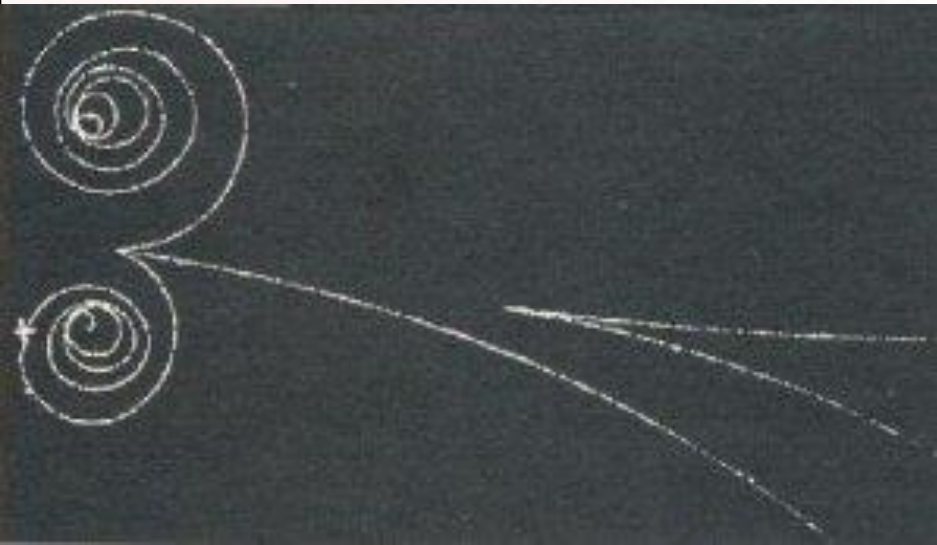
Предложили модель
строения сильно
взаимодействующих
частиц из
фундаментальных частиц -
кварков

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, по фотографиям



Классификация элементарных частиц



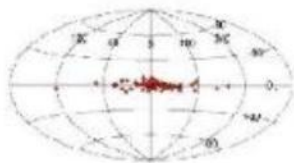
Все частицы делятся на:

1. **Фермионы**, из которых состоит вещество;
2. **Бозоны**, через которые происходит взаимодействие.

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.

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

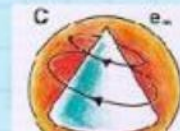


Что такое спин?

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

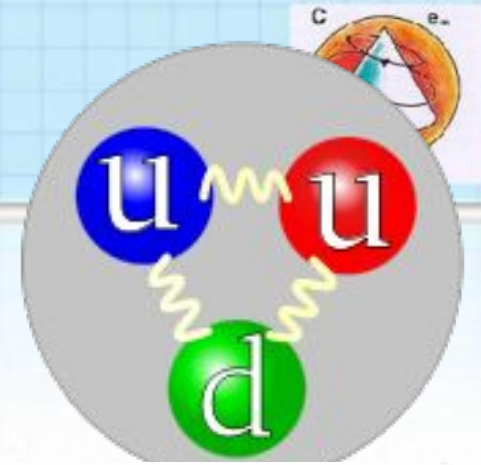


Спины некоторых микрочастиц



Спин	Общее название частиц	Примеры
0	скалярные частицы	π -мезоны, K -мезоны, хиггсовский бозон, атомы и ядра ^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

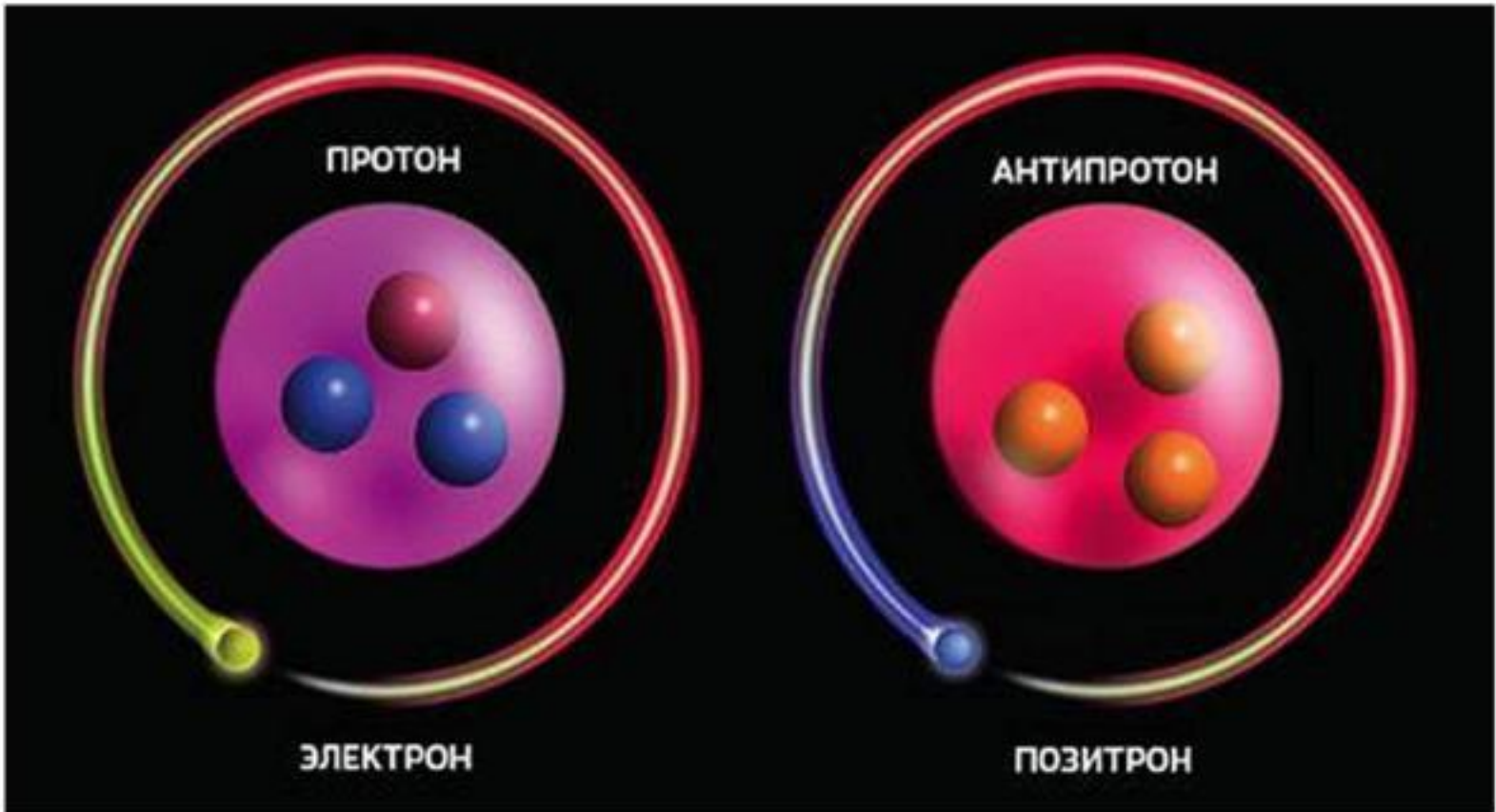
Кварки



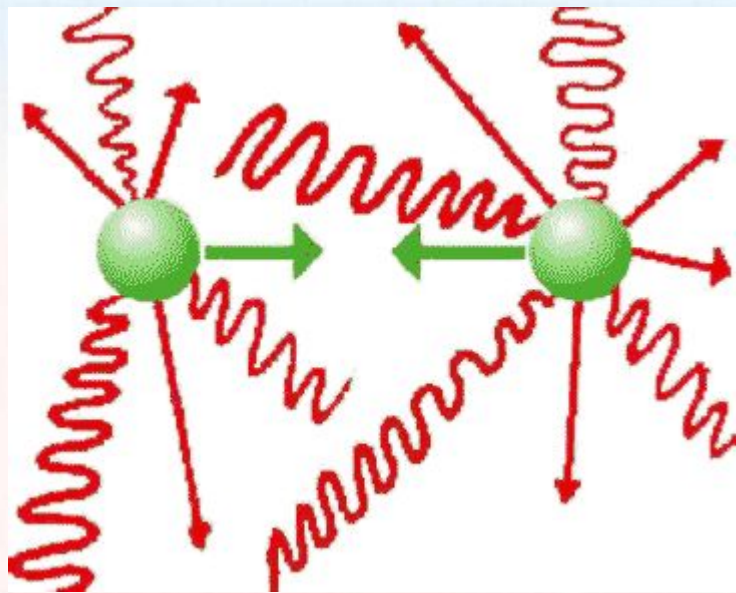
- Кварки участвуют в **сильных** взаимодействиях, а также в **слабых** и в **электромагнитных**

- Заряд **$+2/3$**

- Кварки существуют в составе адронов нейтральных



Четыре вида физических взаимодействий



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

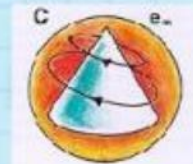
Ядерные

Слабое взаимодействие природы частиц.

Сильные взаимодействия - различные ядерные реакции сил, связывающих нейтроны

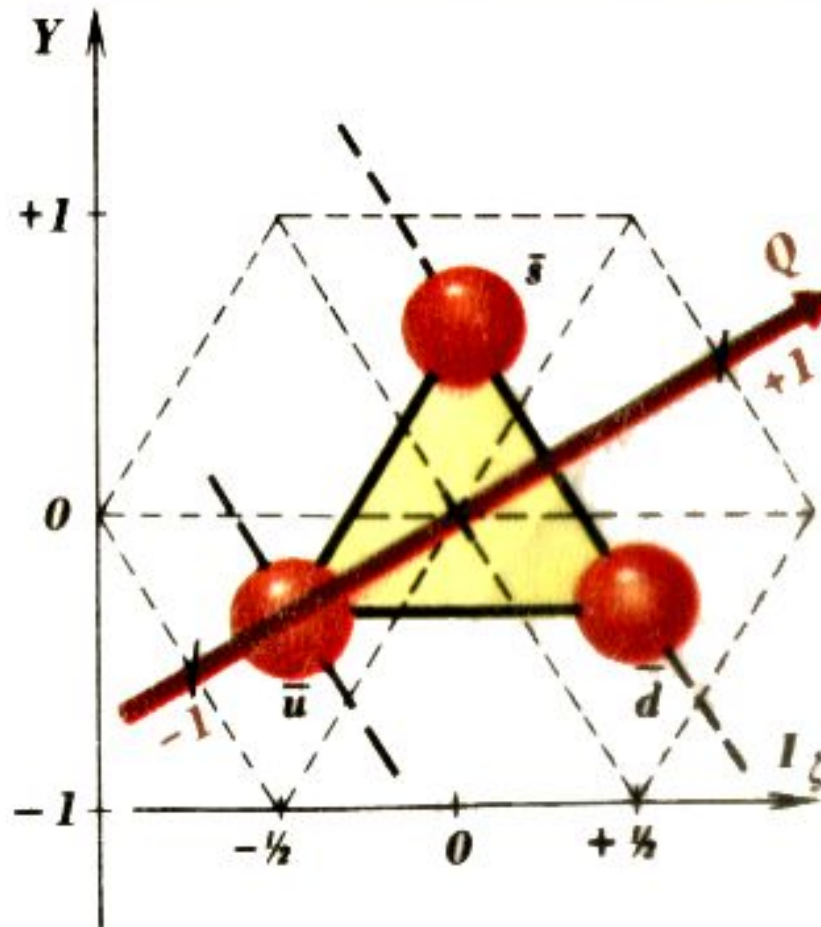
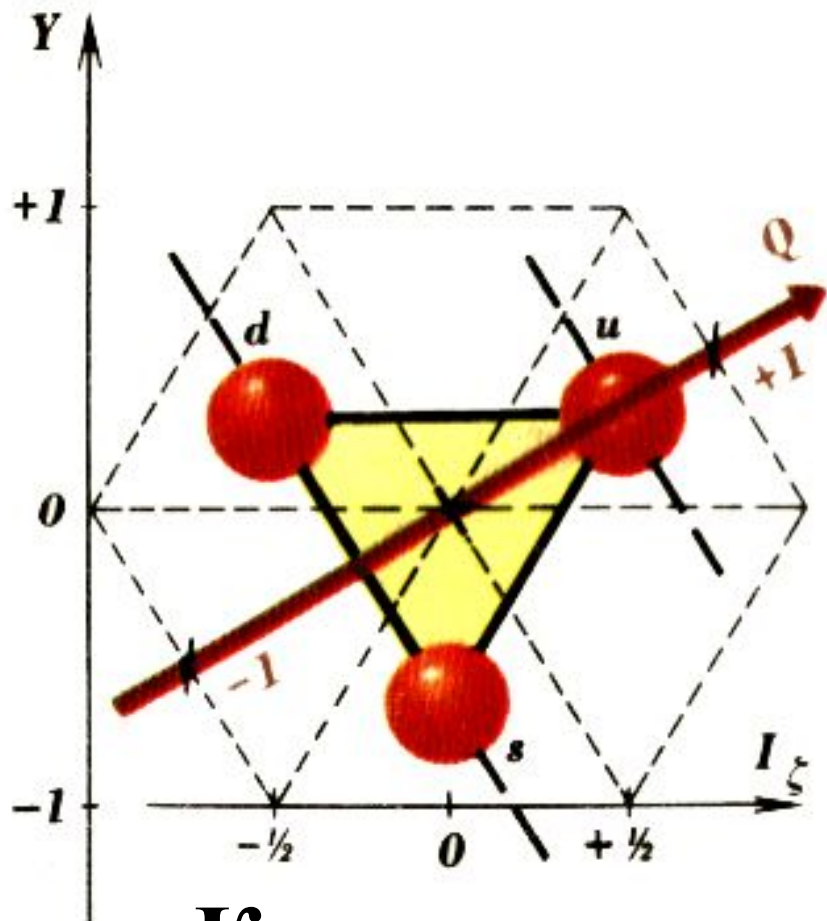
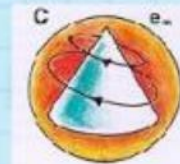
Механизм взаимодействия один: за счет обмена переносчиками взаимодействия.

Четыре вида физических взаимодействий



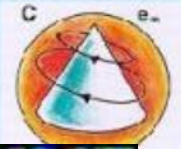
Взаимодействие	Радиус действия	Конст. взаимодейств.
Гравитационное	Бесконечно большой	$6 \cdot 10^{-39}$
Электромагнитное	Бесконечно большой	1/137
Слабое	Не превышает 10^{-16} см	10^{-14}
Сильное	Не превышает 10^{-13} см	1

Свойства кварков

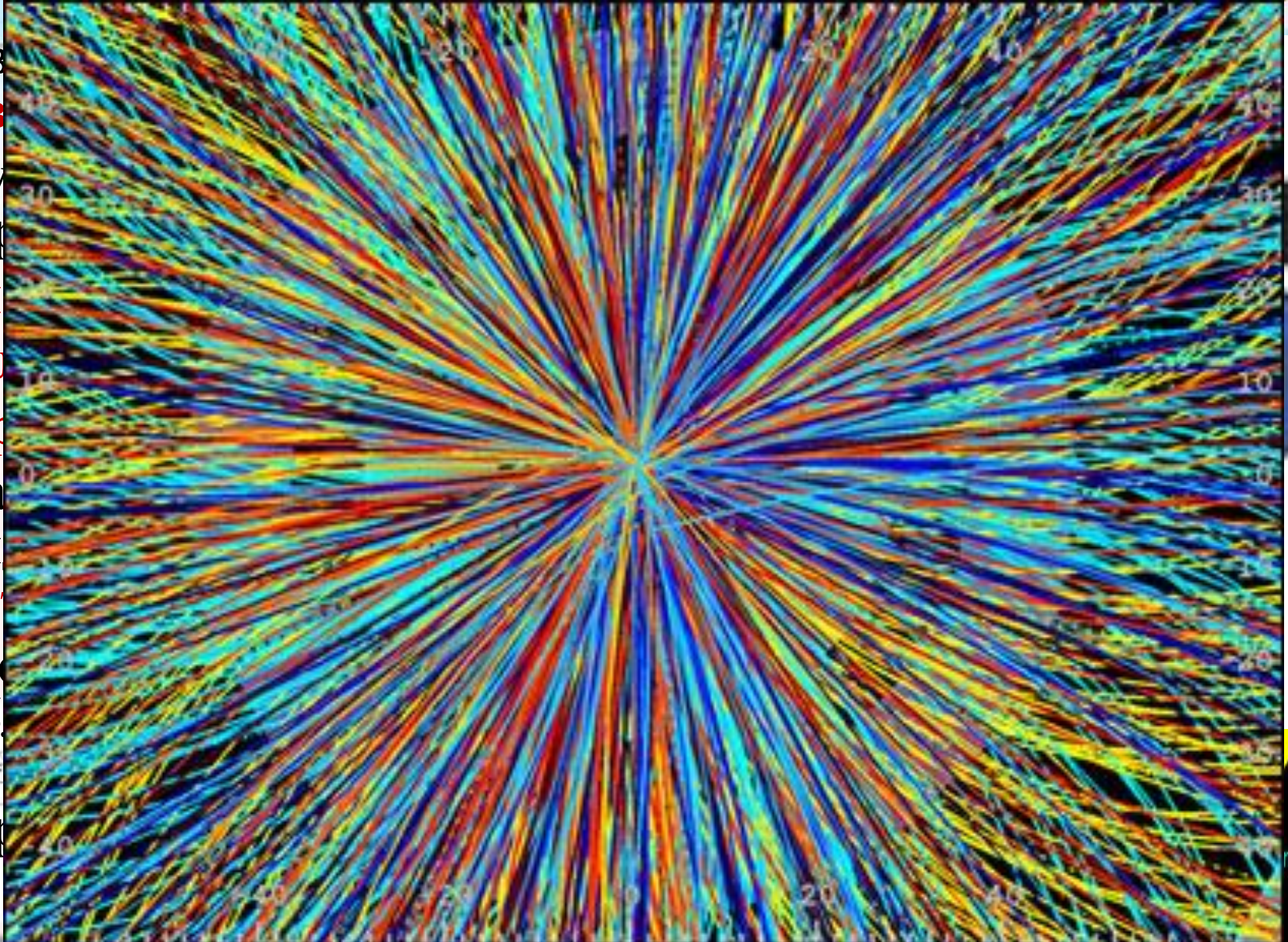


**Кварковые супермультиплеты
(триада $\langle u, d, s \rangle$ и антитриада $\langle \bar{u}, \bar{d}, \bar{s} \rangle$)**

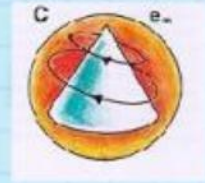
Свойства кварков: цвет



- Кв
- **ЦВ**
- Су
- зар
- **си**
- **зел**
- **Кр**
- Ка
- ВИ
- **ан**
- В
- об
- ТО
- зар



Свойства кварков: масса



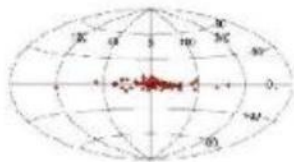
- У кварков имеется два основных типа масс, несовпадающих по величине:
- **масса токового кварка**, оцениваемая в процессах со значительной передачей квадрата 4-импульса, и
- **структурная масса** (блоковая, конституэнтная масса); включает в себя ещё массу глюонного поля вокруг кварка и оценивается из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



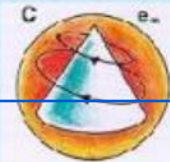
Свойства кварков: аромат



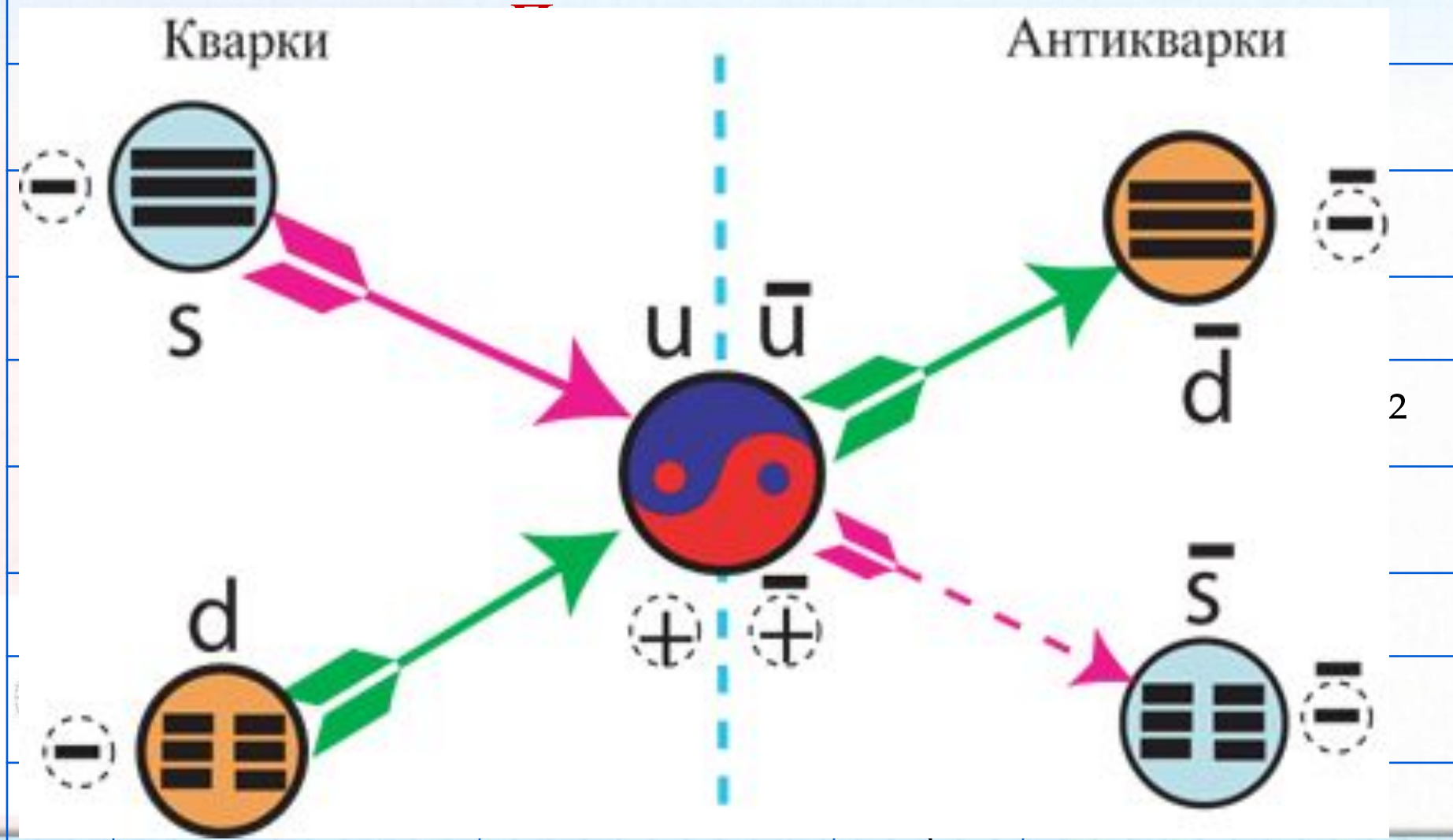
- Каждый аромат (вид) кварка характеризуется такими квантовыми числами, как
- **изоспин I_z ,**
- **странность S ,**
- **очарование C ,**
- **прелесть (боттомность, красота) B' ,**
- **истинность (топность) T .**



Свойства кварков: аромат



Сим вол	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

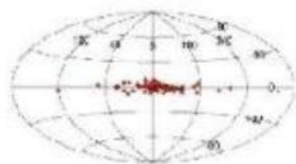
		000 ⁰ Резон Razon					
		-3	-2	-1	+1	+2	+3
0 КВАНТ ПРОСТРАНСТВА	1 КВАНТЫ ЗАРЯДОВ	-100 ⁻⁹ Φ^- Антигравитон Antigraviton	0-10 ⁻³ γ^- Антифотон Antiphoton	00-1 ⁻¹ η^- Заряд "минус" Minus	001 ⁺¹ η^+ Заряд "плюс" Plus	010 ⁺³ γ^+ Фотон Photon	100 ⁺⁹ Φ^+ Гравитон Graviton
		И П Л Е Й +3 Период N Period	1-10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

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 06	~0.00 3	0.08- 0.15	1.1- 1.4	4.1- 4.9	174± 5



РАССМОТРИМ ЗАДАЧИ





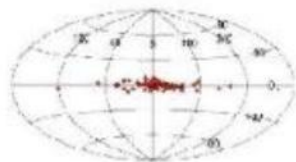
Какая энергия выделяется при аннигиляции электрона и позитрона?

А. $m_e c$.

Б. $\frac{m_e c^2}{2}$.

В. $m_e c^2$.

Г. $2m_e c^2$.





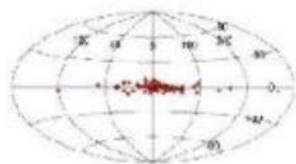
Какая энергия выделяется при аннигиляции протона и антипротона?

А. $2m_e c^2$.

Б. $m_p c$.

В. $\frac{m_p c^2}{2}$.

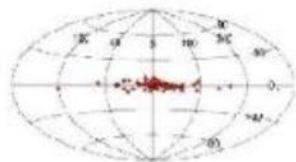
Г. $m_p c$





При каких ядерных процессах возникает нейтрино?

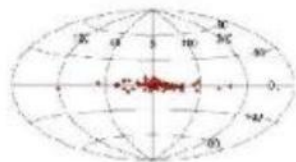
- А. При α - распаде.
- Б. При β - распаде.
- В. При излучении γ - квантов.
- Г. При любых ядерных превращениях





При каких ядерных процессах возникает антинейтрино?

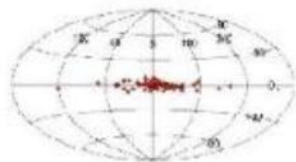
- А. При α - распаде.
- Б. При β - распаде.
- В. При излучении γ - квантов.
- Г. При любых ядерных превращениях





Протон состоит из ...

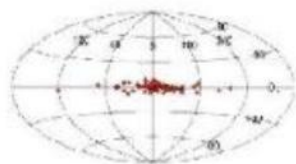
- А. . . .нейтрона, позитрона и нейтрино.
- Б. . . .мезонов.
- В. . . .кварков.
- Г. Протон не имеет составных частей.



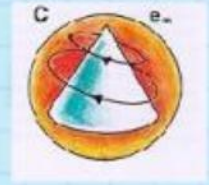


Нейтрон состоит из ...

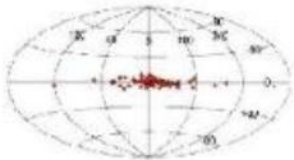
- А. . . . протона, электрона и нейтрино.
- Б. . . . мезонов.
- В. . . . кварков.
- Г. Нейтрон не имеет составных частей.



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.





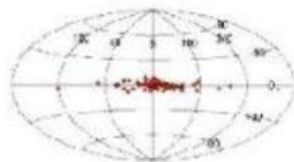
Какая из приведенных формул определяет длину волны де-Бройля для электрона (m и v — масса и скорость электрона)?

А. $сT$.

Б. $\frac{с}{v}$.

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?

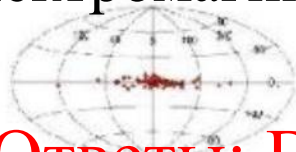
А. Существуют. **Б.** Не существуют.

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](#) Элементарные частицы. справочник > [химическая энциклопедия](http://www.chemport.ru/chemical_encyclopedia_article_4519.html) / 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%F0%EA>
- 2.0 кварках. / <http://www.milogiya.narod.ru/kvarki1.htm>
- Гармония радуги / <http://www.milogiya2008.ru/uzakon5.htm>

