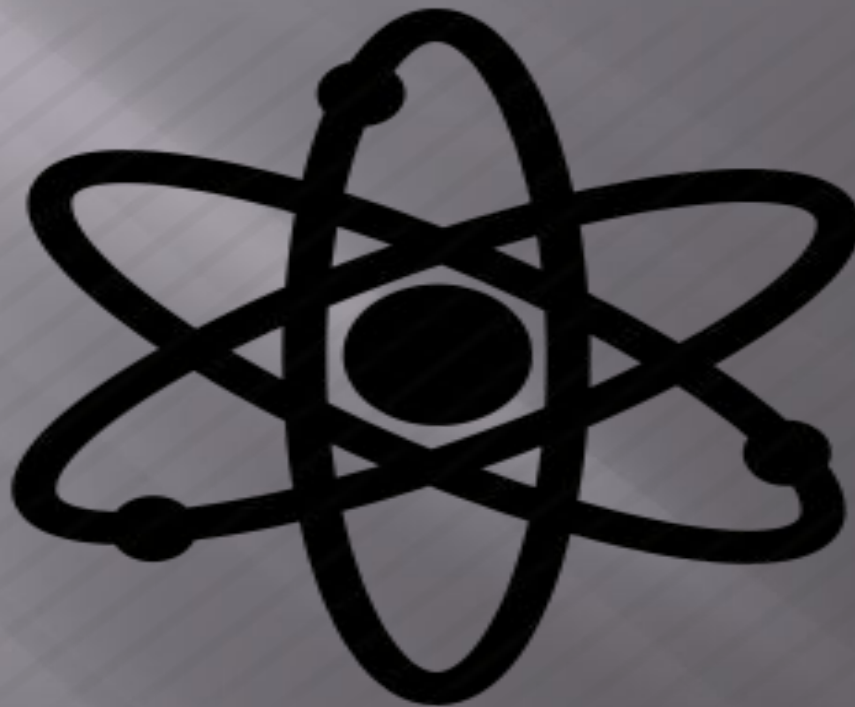


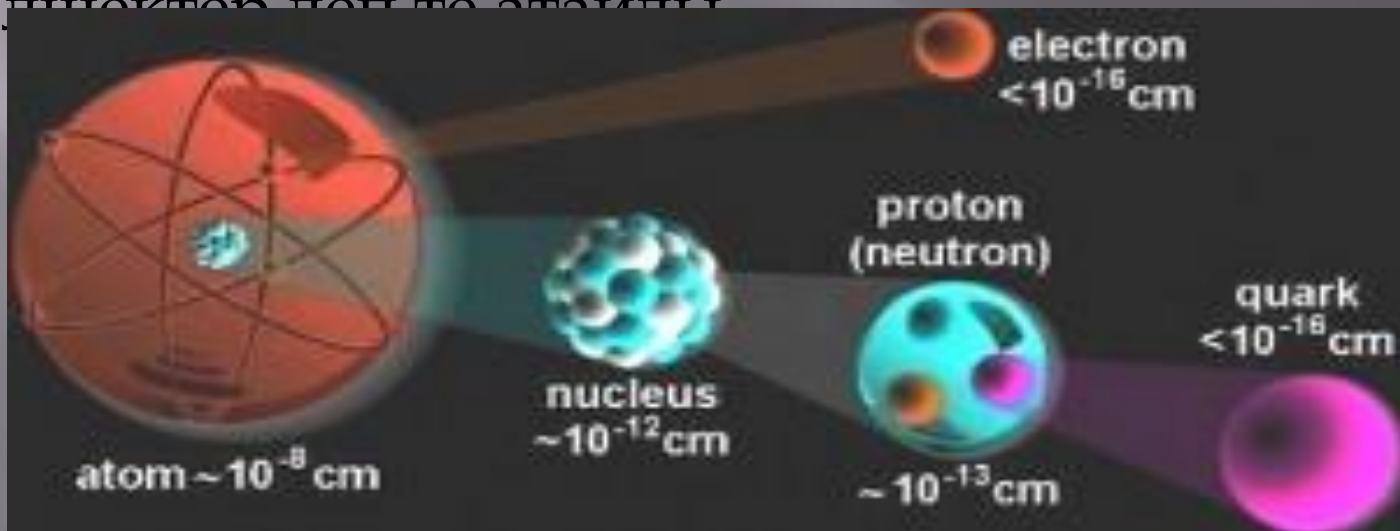
ЭЛЕМЕНТАР БӨЛШЕКТЕР



Тексерген: Курмангалиева В. О.

Орындаған: Данкенова Ф. Г.

Өз құрылымы мен құрамы болмайтын бөлшекті элементар бөлшек дейміз. Бүгінгі күннің түсінігі бойынша элементар бөлшектерден олардың ішкі құрылымының болмауы талап етілмейді. Элементар бөлшектер деп, физика ғылымының қазіргі даму дәрежесінде бос күйінде кездесетін қарапайым бөлшектерден тұрады деп есептеуге болмайтын бөлшектерді айтады. Элементар бөлшектерді кейде субъядролық бөлшектер деп те атайды.



Табиғаттағы барлық заттар, бөлшектер бір-бірімен әсерлеседі. Бір қарағанда осындай сан-алуан болып келетін әсерлесулер негізінен *іргелі әсерлесу* деп аталатын төрт түрлі әсерлесудің нақтылы жағдайда көрініс табуы болып табылады. Іргелі әсерлесуге:

1. Күшті өзара әсерлесу күші. Бұл әсерлесуге қатысушы бөлшектерге *андрондар* деп аталады. Бұл күш ядродағы протонмен нейтрондарды ұстап тұрады, кварктар өзара байланысады.
2. Электромагниттік өзара әсерлесу күші. Бұл әсерде негізінен зарядталған бөлшектер қатысады. Бірақ нейтраль бөлшектерде өз структурасына ие болғандығы себепті бұл әсерде қатынасуы мүмкін.
3. Нәзік әсерлесу. Мұнда барлық элементар бөлшектер қатынасуы мүмкін. Бұл әсер астында жүзеге келетін процестер өте баяу жүреді. Атом ядроларының β шашырауы осы әсерге мысал бола алады.
4. Гравитациялық өзара әсерлесу ең универсалды болып саналады. Мұнда барлық бөлшектер қатысады.

№	Механизм	Интенсивтілігі	Әсер радиусы м	Әсерлесу уақыты с	Өзара әсер
1	Глюондармен (g)	$10^{-1}-10^1$	$\sim 10^{-15}$	$\sim 10^{-23}$	күшті
2	Фотондармен (γ)	1/137	∞	$\sim 10^{-20}$	Электромагниттік
3	W^+, Z^0 - Базондармен	$\sim 10^{-5}$	$\sim 10^{-18}$	$\sim 10^{-13}$	Нәзік
4	Гравитондармен (G)	$\sim 10^{-38}$	∞	?	Гравитациялық

Әлсіз әсердің интинсивтілігі:

$$\gamma = \frac{G_F^2}{\hbar c} \left(\frac{\hbar}{m_p c} \right)^{-4} \cong 1.0 * 10^{-10}$$

Гравитациялық әсердің интинсивтілігі:

$$\delta = \frac{Gm_p^2}{\hbar c} \sim 10^{-38}$$

Өзара әсер радиусы күшті әсер үшін 2 нуклон арасындағы әсер Юкабтық потенциалдар арқылы табылған немесе жапон физигі Юкаба енгізген потенциал арқылы табылған:

$$U_{Ю} = \frac{const}{r} \exp\left(-\frac{r}{R}\right) = \frac{e^2}{4\pi\epsilon_0 r} \equiv \frac{e_*^2}{r} \exp\left(-\frac{r}{\infty}\right)$$

Электромагниттік әсер бойынша потенциалы -

$$\frac{e^2}{4\pi\epsilon_0 r}$$

Әсерлерді физикалық процестер арқылы классификациялау 4жаңа фундаменталь тұрақтыларды өз интенсивтіктермен бірге физика курсына енгізуге болады. бұл тұрақтылар арқылы материяның түзілісінің тегі бір екендігін білдіреді.

Элементар бөлшектердің

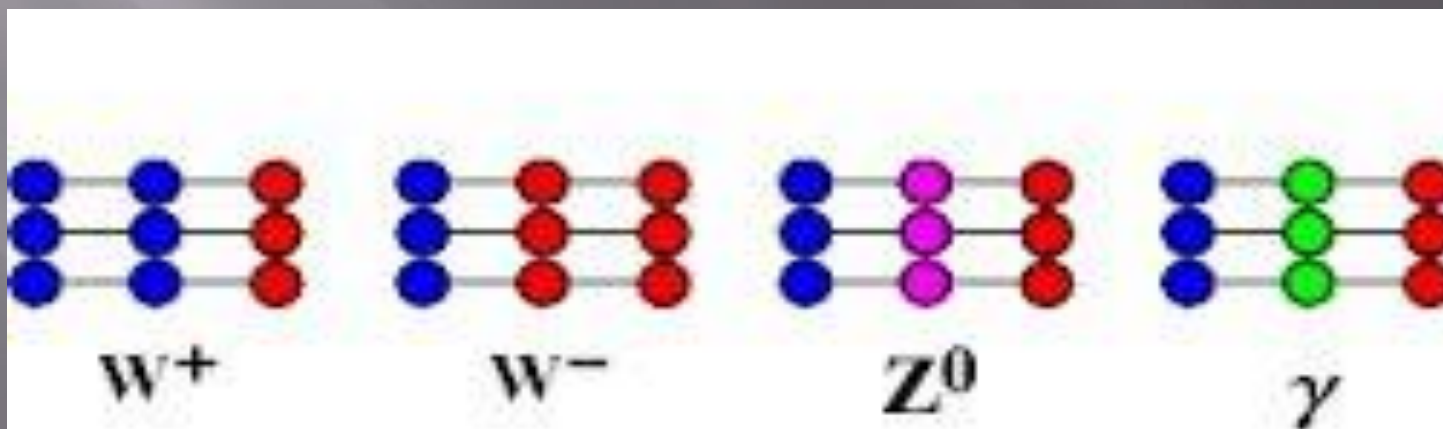
топтастырылуы.

Элементар бөлшектерді әдетте төрт топқа бөледі. Бірінші топты

әсерлесуді тасымалдаушылар құрайды. Екінші топты лептондар,

үшінші – мезондар және төртінші – бариондар құрайды.

өзара әрекеттерді тасымалдаушылар	Лептондар	адрондар		
		мезондар	бариондар	
			нуклондар	гиперондар
ρ				
$\gamma, Z^0, \text{ глюондар}$ W^\pm	$e, \mu, \tau, \nu_e,$ ν_μ, ν_τ	π, κ, η және резонанстар	p, n	$\Lambda, \Sigma, \Xi,$ Ω және резонанстар



Элементар бөлшектер

Классификациясы

Элементар бөлшектердің кестесінде өмір сүру 10^{-20} с-тан артық болатын элементар бөлшектер жөнінде деректер келтірілген. Ол жердегі бөлшектер олардың массаларының өсу ретімен келтірілген. Мұндағы жеңіл бөлшектер *лептондар*, ал одан ауырырақтары *мезондар*, ал ең ауырлары *бариондар* деп аталады. Мезондар мен бариондар *адрондар* деп аталатын топқа кіреді. Бұл кестедегі топтардың еш қайсысына кірмейтін фотон ерекше түр.

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	$1,46 \cdot 10^{-12}$	
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	$2,4 \cdot 10^{-19}$	
Адроны	Нуклоны	Протон	p	\bar{p}	1836,1	1	Стабилен (?)
	Нейтрон	n	\bar{n}	1838,6	0	10^3	
Барионы	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	$8,2 \cdot 10^{-11}$

Резонанстардың орташа жасау периоды өте кіші, қазіргі күнде олардың саны 300-ден артық. Нуклондар мен гиперондар жасау периодтары резонанстардікіне қарағанда үлкен болғандығы үшін оларды стабиль бөлшек деп аталады. Ең нақты стабиль бөлшек болып **протон** саналады. Мезондар: стабиль мезондар, резонансты мезондар болып бөлінеді. Сол сияқты бариондар да жіктеледі. Резонанстар мұндай өте қысқа уақыт ішінде жасауына қарамастан белгілі спиндерімен жұптықтарына ие болып белгілі ішкі квант сандарына да ие болғандығы үшін оларды да элементер бөлшектер қатарына қосқан.

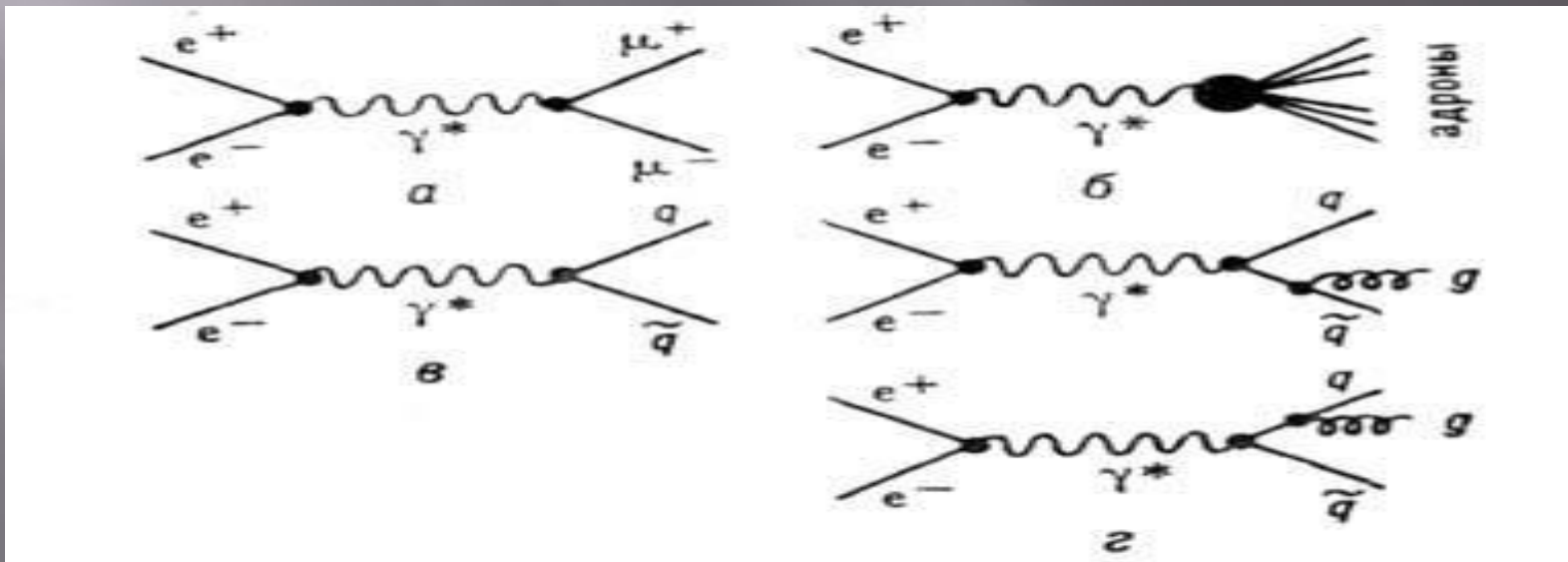
Резонанстар нық массаңы ие болмай үздіксіз масса спектріне ғана ие. Осы спектрдің максимумына сәйкес келуші мән резонанс массасы деп қыблданған.



1930ж Дирак тарапынан бірінші болып заряды нөлге тең болмаған әрбір элементар бөлшектің қарама-қарсы таңбалы зарядқа ие болған антибөлшегі барлығы айтылады.

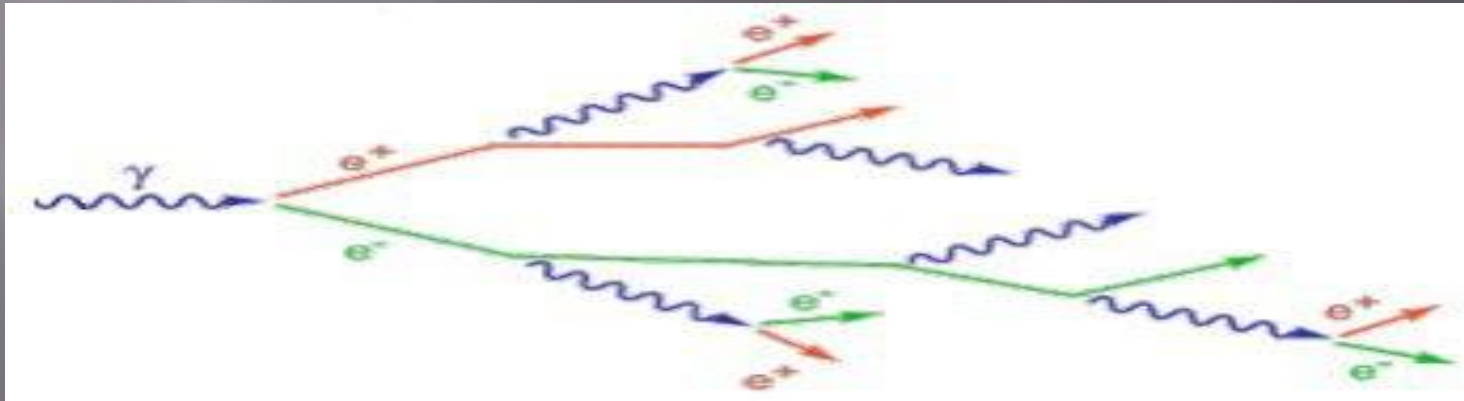
$$E = \sqrt{p^2 c^2 + m_0^2 c^4} = c \sqrt{p^2 + m_0^2 c^2}$$

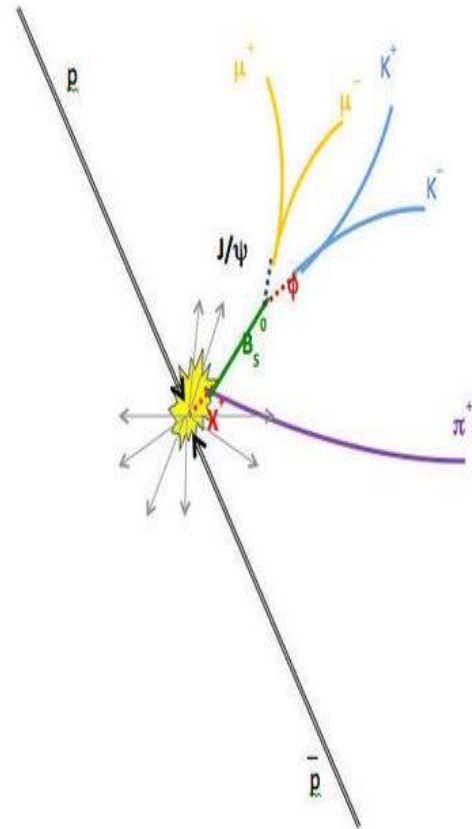
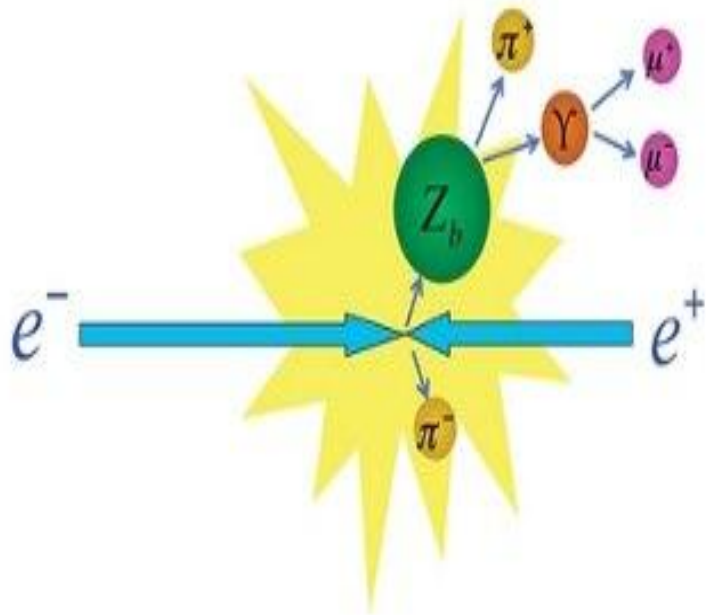
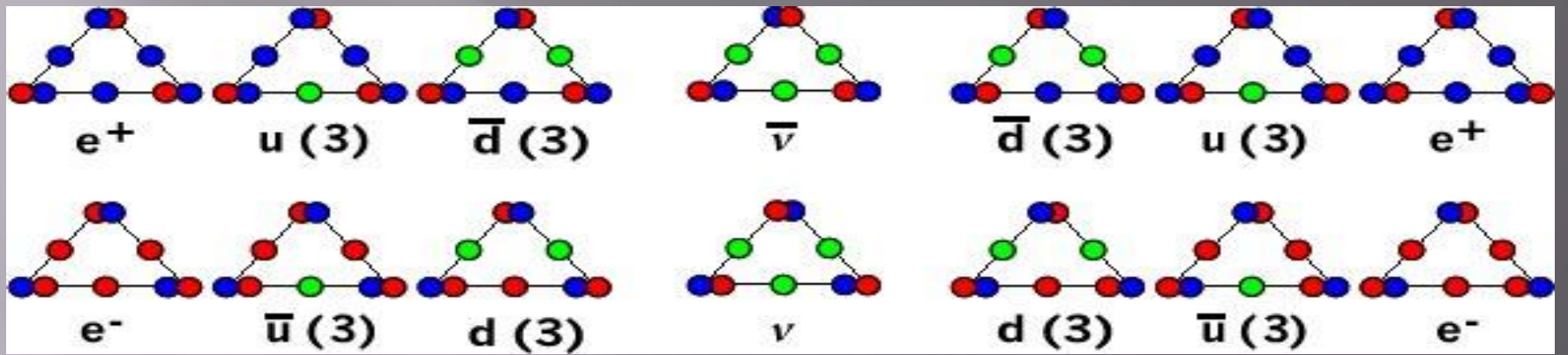
Бөлшек пен антибөлшек кездесетін болса жойылып, екі кейде үш фотонға айналады. Бұл құбылысты аннигиляция деп атайды. 1933 жылы Ф. и И. Жолио-Кюри кері процесс – атом ядросының маңындағы гамма кванттан электрон-позитронның тууын байқады. Энергияның сақталу заңы бойынша мұндай гамма-кванттың энергиясы электрон мен позитронның тыныштық энергияларының қосындысынан артық болуы керек.



«Аннигиляция» термині жойылу дегенді білдіреді, бірақ оны дәл осылай түсінбеу керек. Осы процессте материяның ешқандай жойылуы болмайды. Оның бір түрі – зат (электрон мен позитрон) – басқа түрге – электромагниттік өріске (фотон) ауысады. Осы жағдайда энергияның сақталу заңы орындалады. Электрон мен позитронның тыныштық энергиясы сәуле энергиясына айналады.

Барлық элементар бөлшектердің ең маңызды кванттық қасиеттерінің бірі басқа бөлшектермен өзара әрекетінде осыған біріне-бірі өзара түрленіп пайда болып және ыдырау қабілеті болып табылады. Осы жағдайда бөлшектің ыдырау өнімдері ыдырау процесінің өзінде ғана пайда болады.

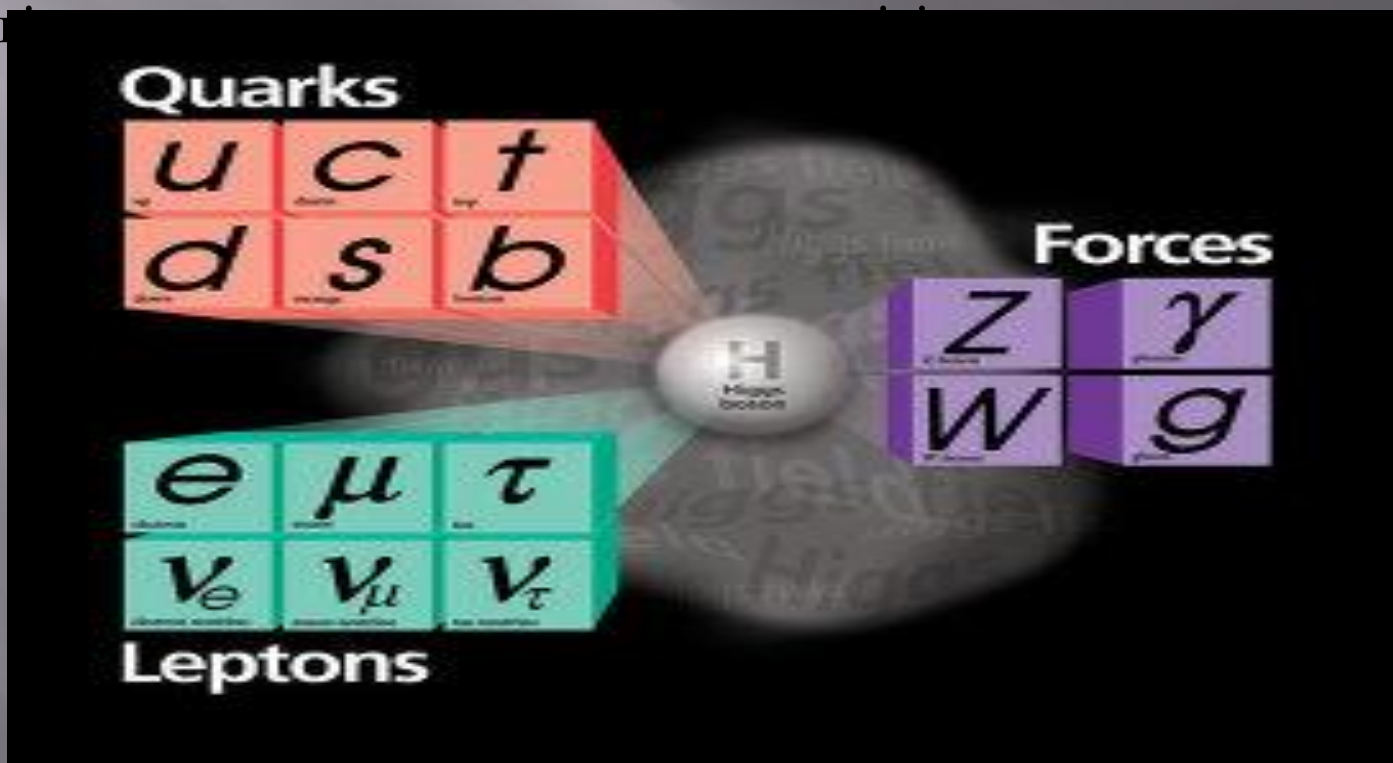




Күшті өзара әсерде қатынаспайтын элементар бөлшектерге лептондар деп аталады. Қазіргі күнде 3 топқа бөлінген лептондар анықталған.

Лептондар да бөлшек және антибөлшек, стабильді және резонанстық болып бөлінеді.

Лептондардың өз структурасы кварктар сияқты фундаментааль бөлшектерге жатады. Себебі қазіргі күндегі үдеткіштерде жүзеге келтіру мүмкін болған мысалы шамамен 10^{-18} м масштабтағы немесе өлшемдегі бөлшектер.



$$e^{-}, \nu_e \quad L_e = +1, L_\mu = 0, L_\tau = 0$$

$$\mu^{-}, \nu_\mu \quad L_e = 0, L_\mu = +1, L_\tau = 0$$

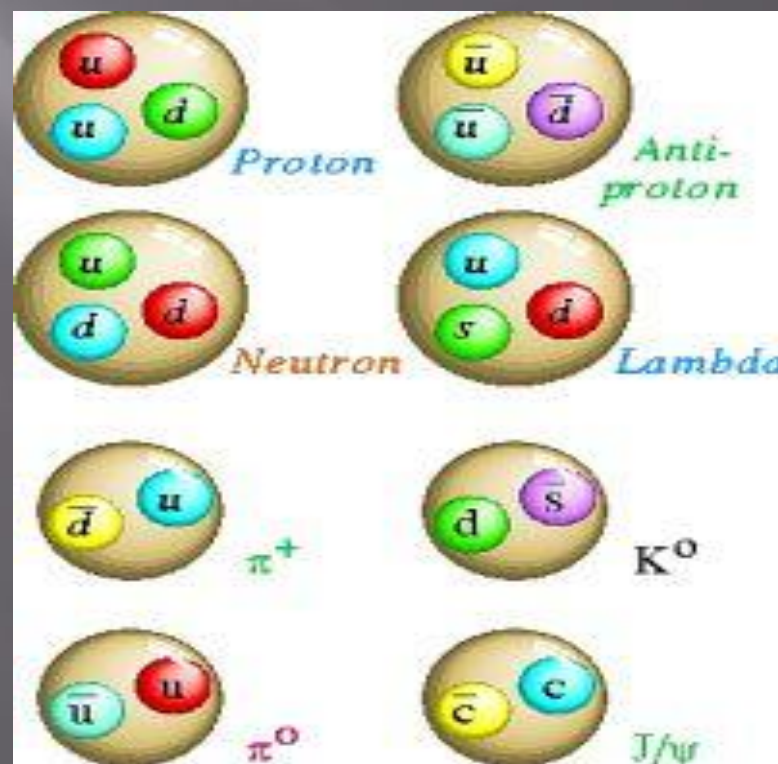
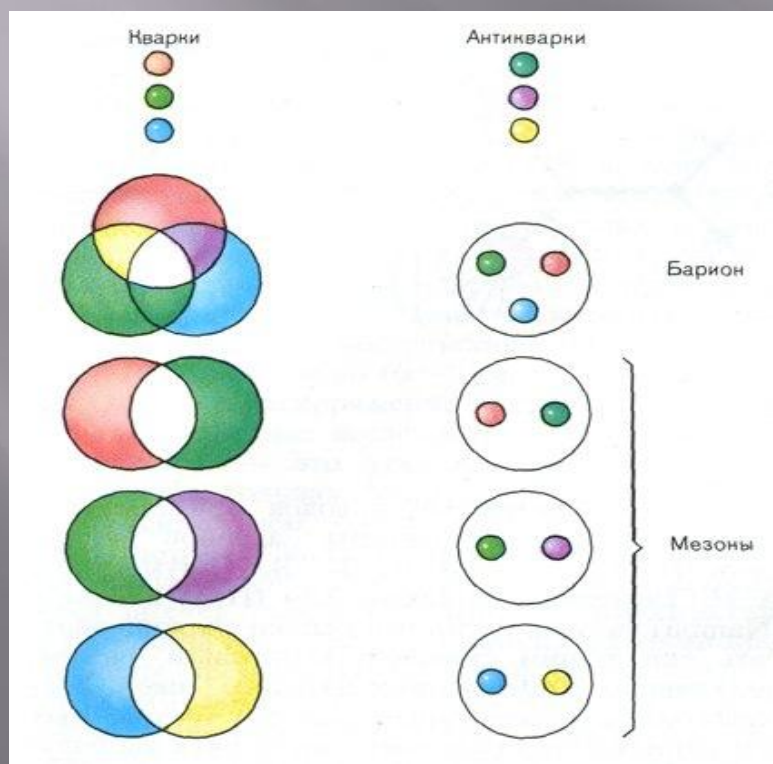
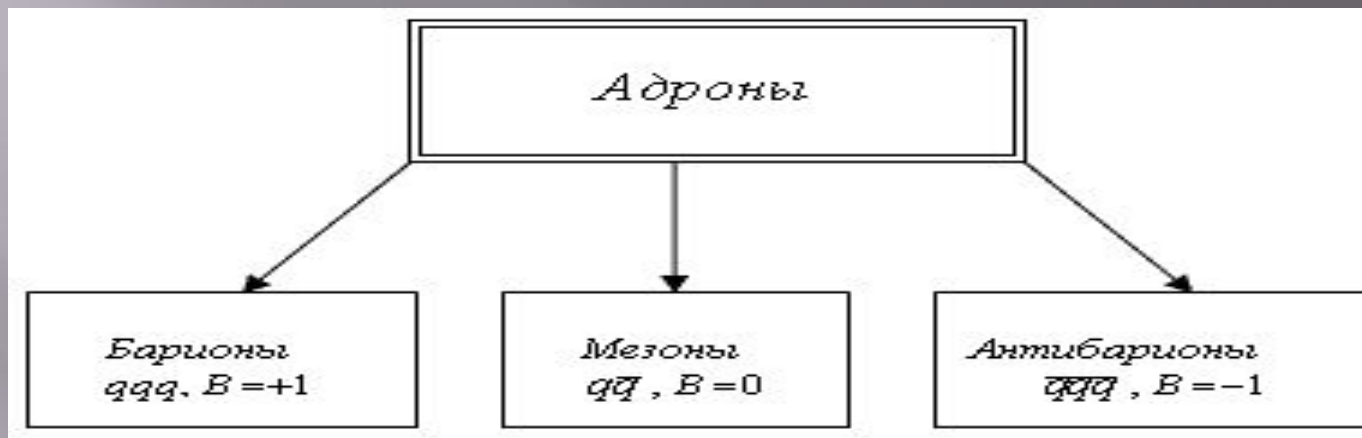
$$\tau^{-}, \nu_\tau \quad L_e = 0, L_\mu = 0, L_\tau = +1$$

$$e^{+}, \bar{\nu}_e \quad L_e = -1, L_\mu = 0, L_\tau = 0$$

$$\mu^{+}, \bar{\nu}_\mu \quad L_e = 0, L_\mu = -1, L_\tau = 0$$

$$\tau^{+}, \bar{\nu}_\tau \quad L_e = 0, L_\mu = 0, L_\tau = -1$$

Адрондардың кварктық құрылымы



Спинінің мәніне байланысты адрондар спині нөлге тең болатын мезондар және спині $1/2$ болатын бариондар болып бөлінеді.

Энергиясы ондаған гигаэлектронвольт болатын электрондардың протоннан және нейтроннан шашырауын зерттеу бұл бөлшектердің ішкі құрылымы бар екеніне нұсқайды. Жалпы адрондардың қандай да бір іргелі бөлшектен құралғаны жөнінде бірнеше теория ұсынылған болатын. Соның ең жемістісі кварктар теориясы болды.

Кварктар деп нағыз элементар бөлшектерді айтады. Барлық адрондар, яғни мезондар, бариондар және резонанстар осы кварктардан тұрады. Бүгінгі күнде алты кварк бар деп есептелінеді. Олады сәйкес латынның *u, d, s, c, b, t* әріптерімен белгілейді. Бұл кварктардың қасиеттері және олардан адрондардың қалай құралатыны төмендегі кестелерде

Name	Symbol	Spin	Charge	Antiparticle	Antiparticle symbol
Up	u	$1/2$	$+2/3$	Anti-up	\bar{u}
Down	d	$1/2$	$-1/3$	Anti-down	\bar{d}
Charm	c	$1/2$	$+2/3$	Anti-charm	\bar{c}
Strange	s	$1/2$	$-1/3$	Anti-strange	\bar{s}
Top	t	$1/2$	$+2/3$	Anti-top	\bar{t}
Bottom	b	$1/2$	$-1/3$	Anti-bottom	\bar{b}

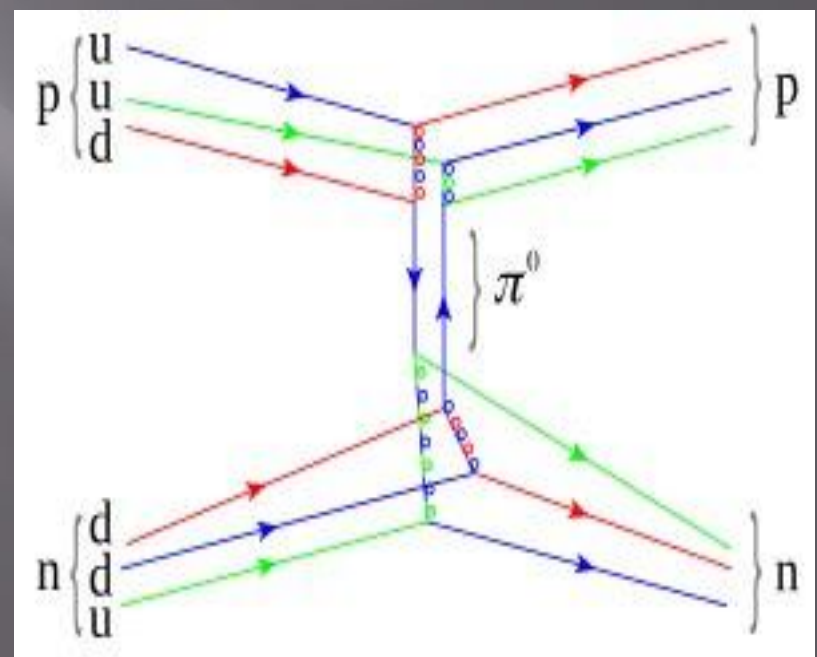
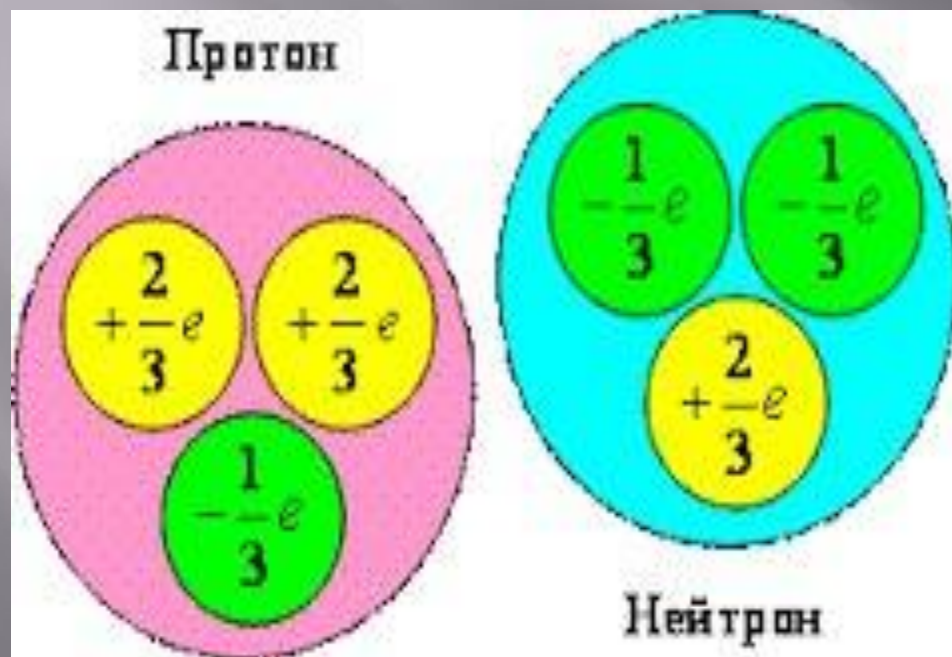
Частица	Состав	Частица	Состав	Частица	Состав
π^+	$u\bar{d}$	η	$\frac{1}{\sqrt{6}}(u\bar{u} + d\bar{d} - 2s\bar{s})$	D_s^+	$c\bar{s}$
π^0	$\frac{1}{\sqrt{2}}(u\bar{u} - d\bar{d})$	η'	$\frac{1}{\sqrt{3}}(u\bar{u} + d\bar{d} + s\bar{s})$	D_s^-	$\bar{c}s$
π^-	$\bar{u}d$	η_c^+	$c\bar{c}$	η_c^+	$b\bar{b}$
K^0_+	$u\bar{s}$	D^0_+	$\bar{d}c$	B^0_+	$u\bar{b}$
K^-	$\bar{u}s$	D^0_-	$\bar{u}c$	B^0_-	$d\bar{b}$
K^0_-	$\bar{d}s$	\bar{D}^0_+	$d\bar{c}$	\bar{B}^0_+	$\bar{u}b$
		\bar{D}^0_-	$u\bar{c}$	\bar{B}^0_-	$\bar{d}b$

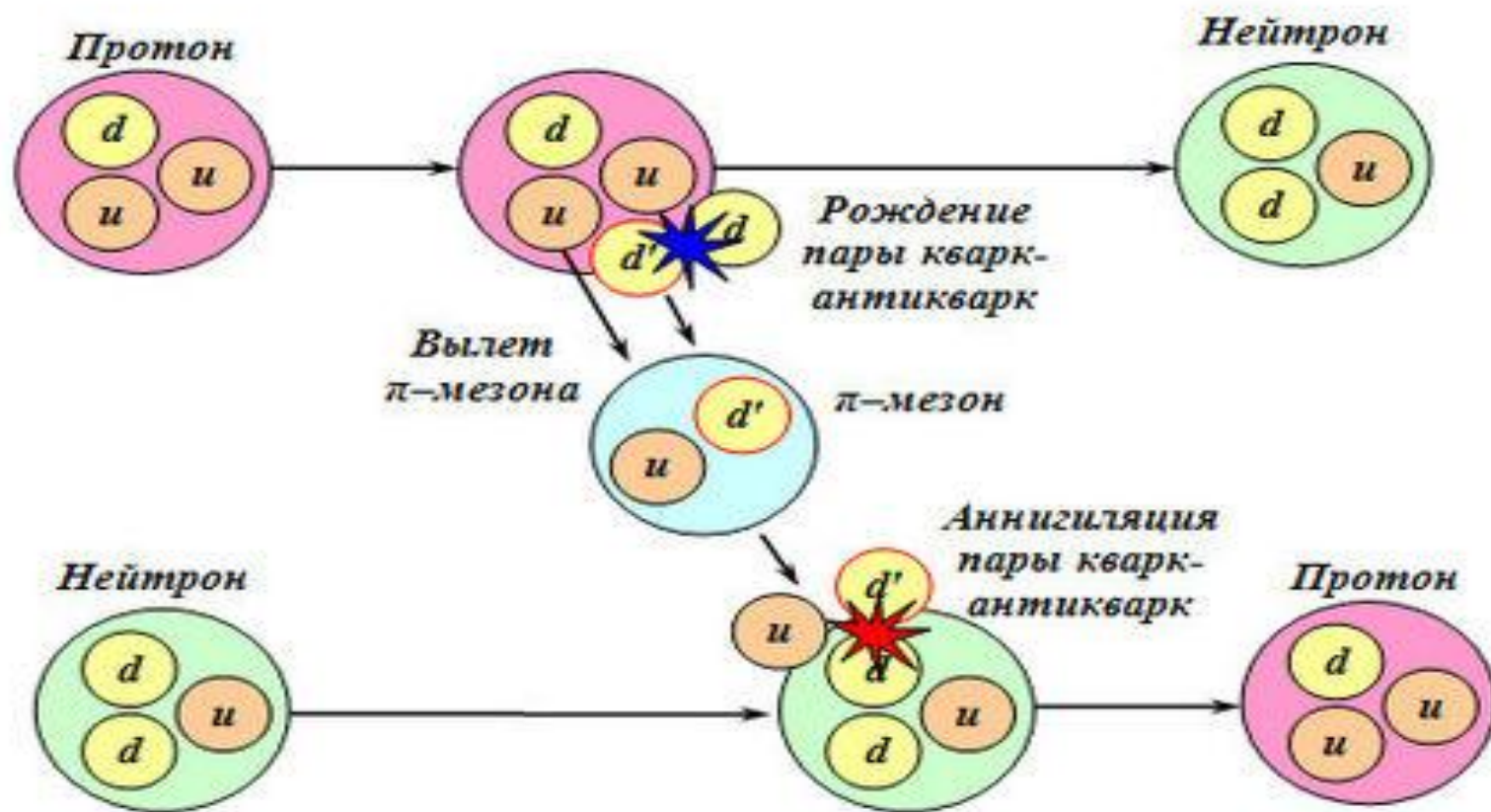
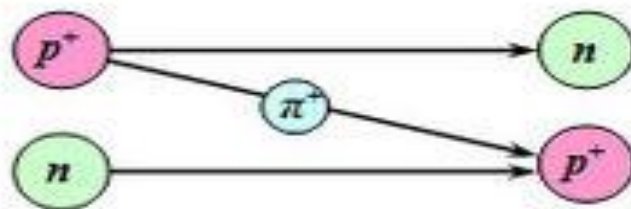
$$(\bar{u}, \bar{d}, \bar{s})_{\uparrow} \times \begin{pmatrix} u \\ d \\ s \end{pmatrix}_{\uparrow} = \begin{pmatrix} \bar{u}_{\uparrow}u_{\uparrow} & \bar{d}_{\uparrow}u_{\uparrow} & \bar{s}_{\uparrow}u_{\uparrow} \\ \bar{u}_{\uparrow}d_{\uparrow} & \bar{d}_{\uparrow}d_{\uparrow} & \bar{s}_{\uparrow}d_{\uparrow} \\ \bar{u}_{\uparrow}s_{\uparrow} & \bar{d}_{\uparrow}s_{\uparrow} & \bar{s}_{\uparrow}s_{\uparrow} \end{pmatrix} = \begin{pmatrix} \frac{1}{\sqrt{2}}\rho^0 + \frac{1}{\sqrt{2}}\omega & \rho^+ & K^{*+} \\ \rho^- & -\frac{1}{\sqrt{2}}\rho^0 + \frac{1}{\sqrt{2}}\omega & K^{*+} \\ K^{*-} & \bar{K}^{*0} & \varphi \end{pmatrix}_{\uparrow}$$

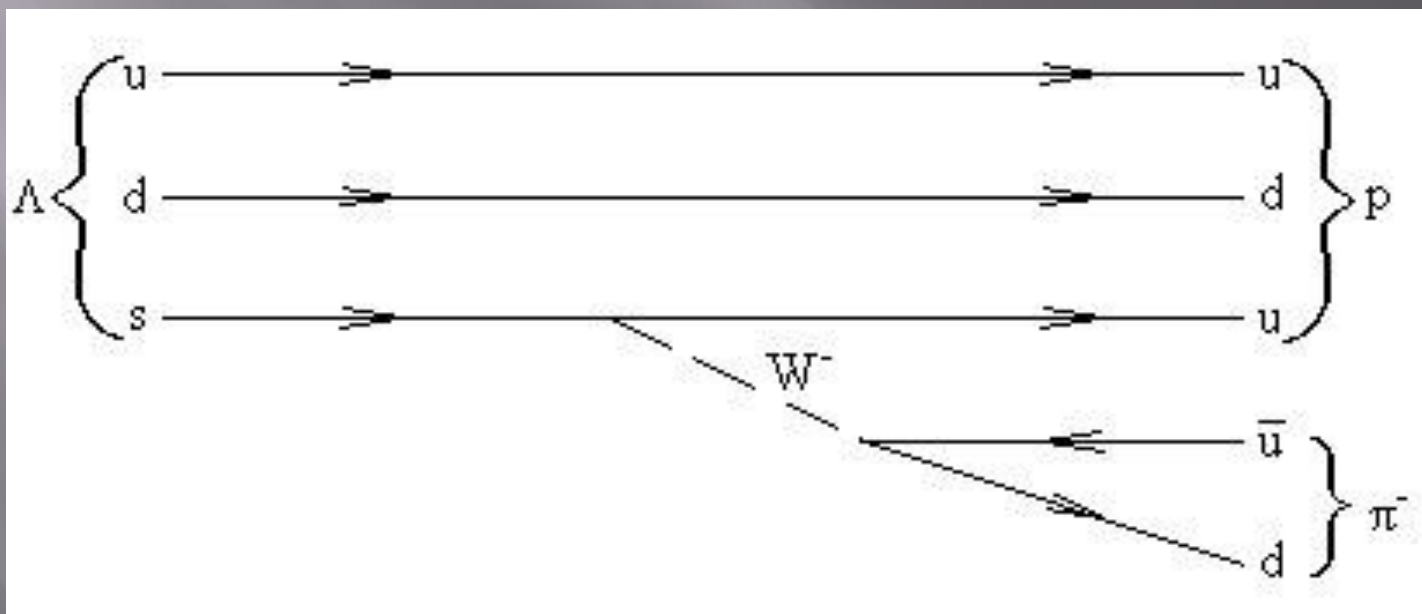
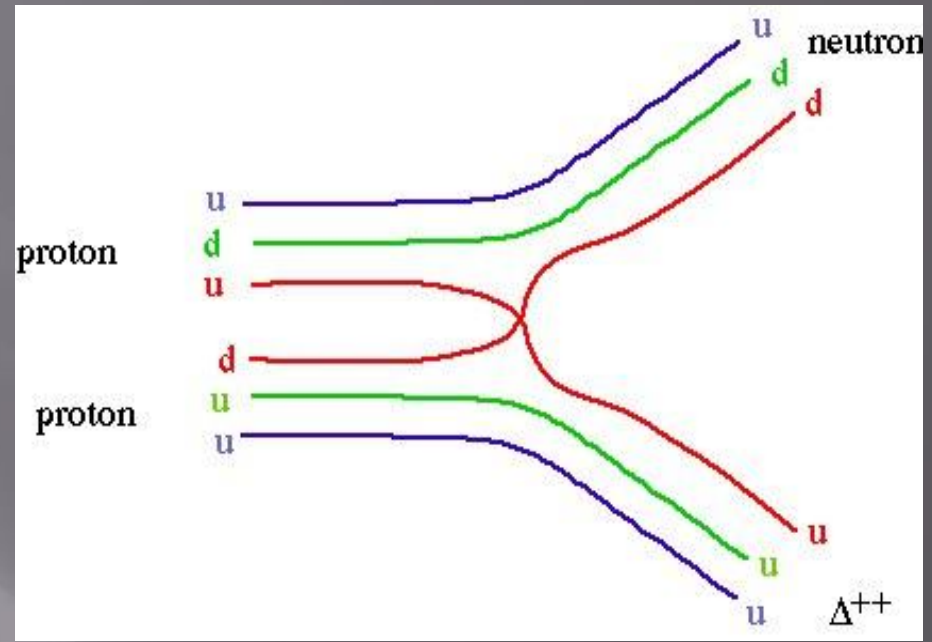
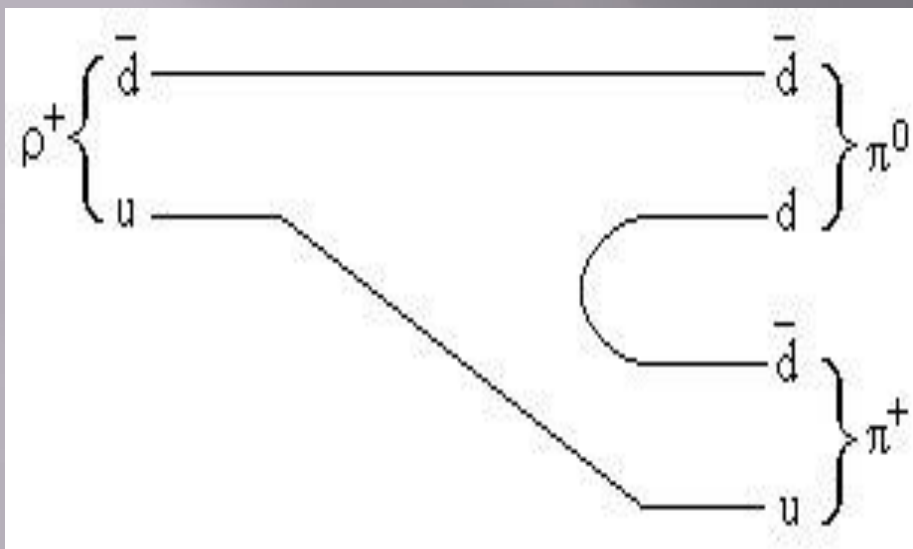
Барийонное семейство

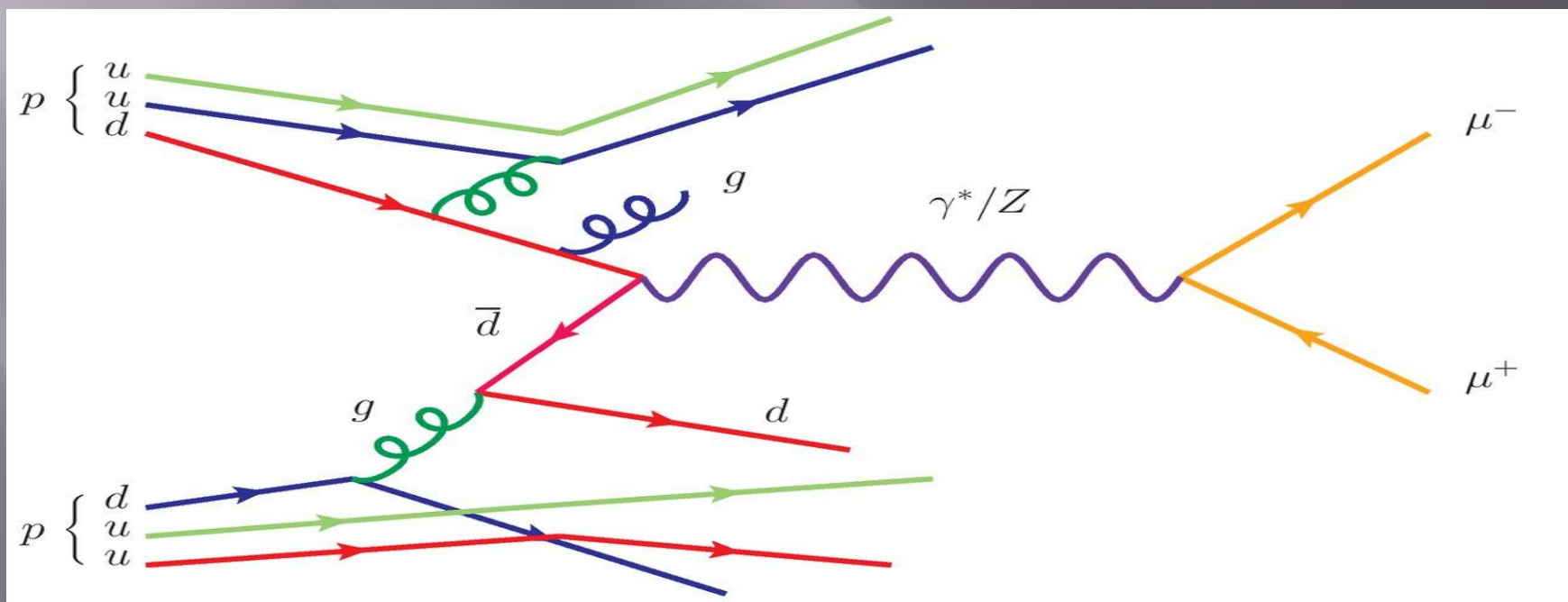
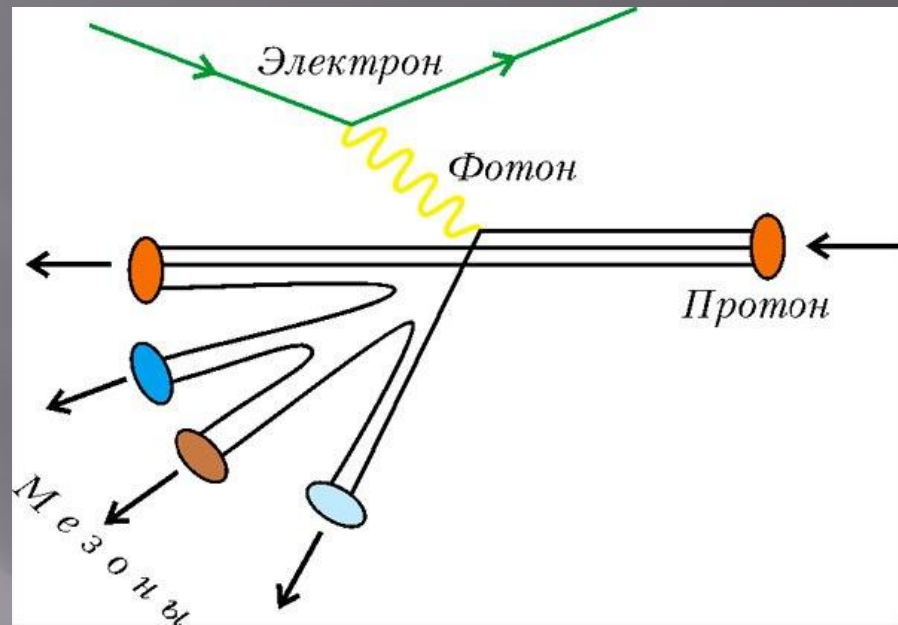
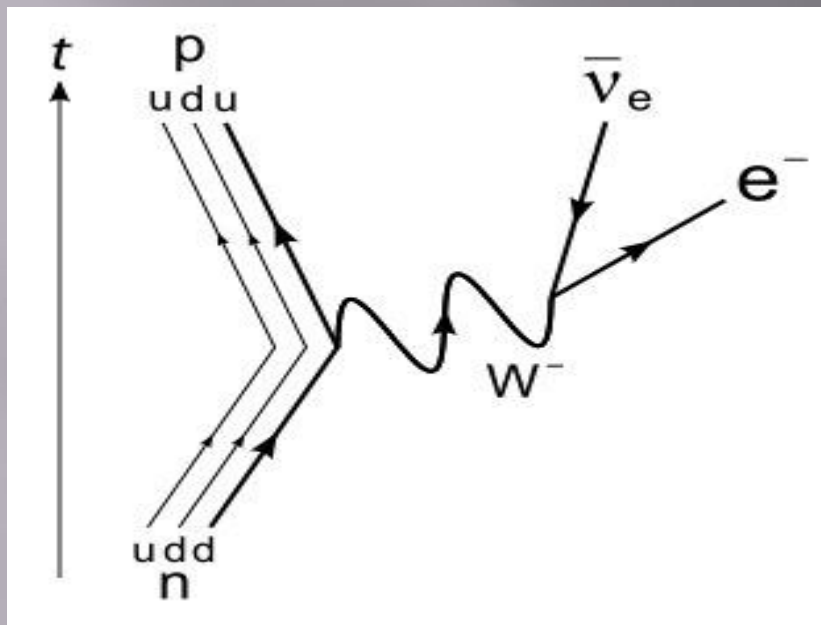
Ω^-	Σ^0	Ξ^-	Σ^-	n	p	Σ^+	Ξ^0
sss	uds	dss	dds	udd	uud	uus	uds

$$\frac{\Omega^-}{sss} = - \left(\frac{uds}{\Sigma^0} = - \frac{\Lambda^0}{uds} = - \left(\frac{\Xi^-}{dss} = - \frac{dds}{\Sigma^-} = - \left(\frac{n}{udd} = - \frac{uud}{p} = - \left(\frac{\Sigma^+}{uus} = - \frac{uds}{\Xi^0} \right) \right) \right) \right)$$



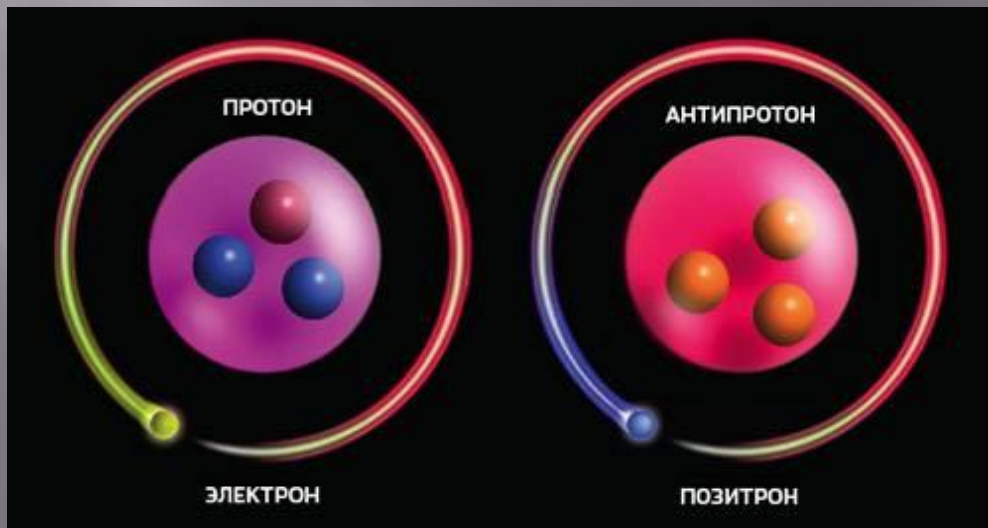
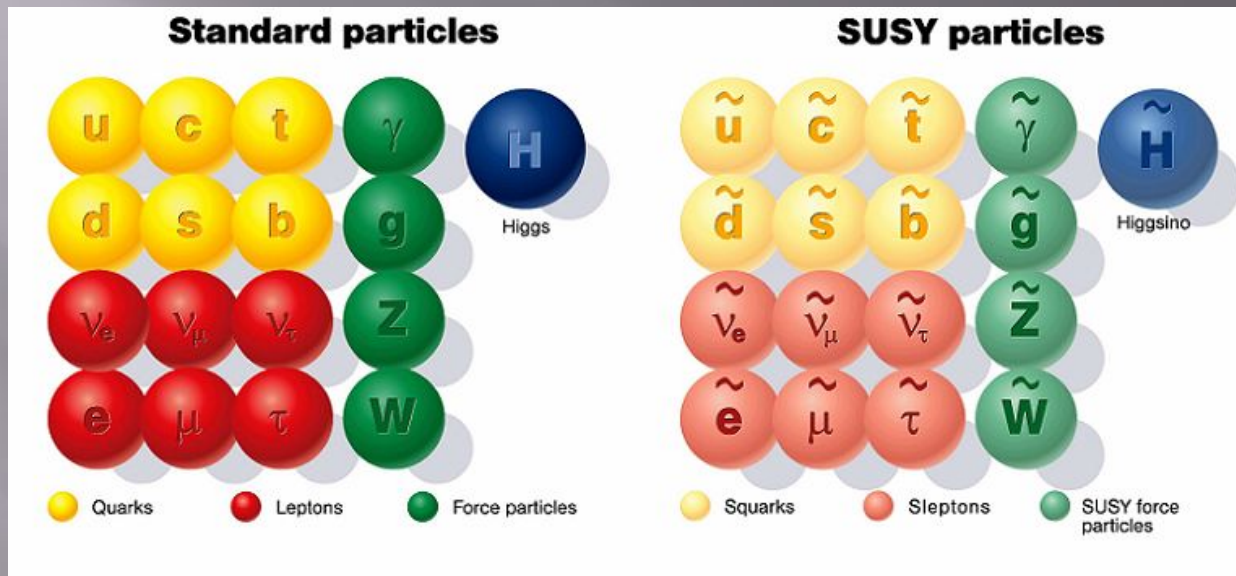






Частицы	I	II	III	IV	V
Ω^-		$\Xi^0 + \pi^-$			
		$\Xi^- + \pi^0$			
		$\Lambda^0 + K^-$			
Ξ^-		$\Lambda^0 + \pi^-$			
Ξ^0		$\Lambda^0 + \pi^0$			
Σ^-		$n + \pi^-$			
Σ^0		$\Lambda^0 + \gamma$			
Σ^+		$p + \pi^0$			
		$n + \pi^+$			
Λ^0		$n + \pi^0$	$p + \pi^-$		
n	$p + e^- + \bar{\nu}_e$				
p					
η^0	$\pi^- + \pi^0 + \pi^+$	$\pi^0 + \gamma + \gamma$		$\gamma + \gamma$	$\pi^0 + \pi^0 + \pi^0$
K^0	$\pi^- + e^+ + \nu_e$		$\pi^- + \pi^+$	$\pi^0 + \pi^0$	
	$\pi^- + \pi^+ + \pi^0$				$\pi^0 + \pi^0 + \pi^0$
K^+	$e^+ + \pi^0 + \nu_e$	$\mu^+ + \bar{\nu}_\mu$ $\pi^+ + \pi^0$			
K^-		$\mu^- + \nu_\mu$ $\pi^- + \pi^0$			
π^0	$e^+ + e^- + \gamma$			$\gamma + \gamma$	
π^-		$\mu^- + \nu_\mu$	$e^- + \bar{\nu}_e$		
π^+		$\mu^+ + \bar{\nu}_\mu$	$e^+ + \nu_e$		
μ^-	$e^- + \nu_\mu + \bar{\nu}_e$				
μ^+	$e^+ + \nu_\mu + \nu_e$				
τ^-	$e^- + \nu_e + \bar{\nu}_e$	$\pi^- + \nu_e$			
τ^+	$e^+ + \bar{\nu}_e + \nu_e$	$\pi^+ + \bar{\nu}_e$			

Антиматерия



Гравитацилық күштер кез-келген денелердің арасында әсер етеді. Бірақ массалары өте аз болғандықтан элементар бөлшектердің арасында бұл күш ешқандай роль атқармайды. Бұл күш аспан механикасында, астрофизикада шешуші роль атқарады.

Кез-келген зарядталған дене немесе бөлшек электромагниттік әсерлесуге қатысады. Атомдардың, молекулалардың кристаллдардың болуы газ, сұйық және қатты денелердің қасиеттері осы күштің негізінде анықталады.

Күшті әсерлесу мезондар мен бариондарға, яғни адрондарға тән. Лептондар мен фотон күшті әсерлесуге қатыспайды. Ол қысқа аралықта ғана, шамамен 10^{-15} м, әсер етеді. Бұл аралықтағы оның мәні гравитациялық және электромагниттік күштермен салыстырғанда өте үлкен.

Әлсіз әсерлесуге фотоннан басқа кез-келген бөлшек қатысады. Бұл күштердің әсер ету аймағы 10^{-18} м. Әлсіз әсерлесудің мысалдары нейтронның, мюонның және зарядталған пиондардың төмендегі ыдыраулары. Қазіргі заман физикасының ең күшті теориялары кванттық механикада, кванттық электродинамика мен кванттық хромодинамикада бөлшектердің өзара әсерлесуі олардың арасында болатын бөлшек алмасу арқылы түсіндіріледі. Осы тұрғыдан алғанда электромагниттік әсерлесу ол бөлшектер арасында фотонның алмасуы арқылы, ядролық күштер нуклонның арасында пи-мезондардың, ал жалпы күшті әсерлесу бұл өрістің кванттары глюондардың алмасуы, әлсіз әсерлесу өте ауыр бөлшектер W^+ , W^- және Z^0 векторлық мезондардың алмасуы арқылы түсіндіріледі.

Бүгінгі күнгі физиканың негізгі мәселесі барлық фундаментальдық өзара әрекеттесудің теориясын біріктіріп, олардың біртұтас теориясын жасау. Үш іргелі әсерлесуге –нәзік, күшті, электромагниттік әсерлесулерге, олардың әсерлесу қарқынының үлкен айырмашылығына қарамастан, ортақ қасиеттер тән. Олардың үшеуінде де бөлшектердің өзара әсерлесуі мөлшерлегіш деп аталатын өріс кванттарын алмастыру арқылы іске асырылады. Әр әсерлесудің өзінің заряды бар. Үшеуінде де өрістеги зарядтарды бейнелейтін математикалық теңдеулердің мекендік мөлшерлегіш деп аталатын түрлендірулерге симметриялылығы тән.

Осы симметриялық қасиеттің негізінде С. Вайнберг пен А. Салам электромагниттік әсерлесу мен нәзік әсерлесудің біріккен теориясын жасады. Бұл фундаментальды өзара әрекеттесу төменгі энергияларда біртұтас электрәлсіз әрекеттесудің әртүрлі көріністерін суреттейді және олардың арасындағы айырмашылық бөлшектердің энергиялары өскен сайын бірте-бірте жойыла бастайды.

Осы ортақ қасиеттер мен электрнәзік әсерлесу теориясын құрастырудағы табыстардан “осы іргелі әсерлесулердің үшеуін де біріктіретін теория құру мүмкін емес пе?” –екен деген ой туды. Мұндай теория ұлы біріктіру теориясы деп аталады.

Ұлы біріктіру теориясының әрі қарай дамуын іргелі әсерлесулердің барлығын біріктіретін теория құрастыруға талпыну, яғни кванттық-өрістік теорияның құрамына гравитацияны енгізу (“кеңітілген супергравитация”) дүниеге келтіру.