



**O'ZBEKISTON RESPUBLIKASI OLIY VA O'RTA MAXSUS
TA'LIM VAZIRLIGI**

NAMANGAN DAVLAT UNIVERSITETI

Tabiiy fanlar fakulteti

Kimyo yo'nalishi

Modda tuzilishi fanidan

Amaliy ish

Hoshimov F.

NAMANGAN 2010

MAVZU: ELEMENTLAR ZARRACHALAR HAQIDA

Reja.

1. **Elementar zarrachalar haqida umumiy tushunchalari.**
2. **Elementar zarrachalarning asosiy xarakteristikasi.**
3. **Eng muhim elementar zarrachalar.**

1. Mikroduyoni o'rganish o'z ichiga uch bosqichni oladi.
2. Atom tuzilishi va unda sodir bo'ladigan jarayonlarni o'rganish.
3. Yadro tuzilishini va yadro ichida sodir bo'ladigan jarayonlarni o'rganish.

Atom yadrolari va atomlarning electron qobiqlarini tashkil qilgan, yadro aylanishlarida vujudga keladigan zarralarni va ularni tashkil qilgan zarralarni o'rganish.

Elementar zarralar. Hozir bunday zarralar qatoriga elektiron, positron, proton, antiponlar, neytronlar va antineytronlar, neyrino va antineytrionlar, mezonlar, geperonlar, flon va boshqalar kiradi. Bu zarlardan ba'zilar barqaror zarralar hisoblanib, o'z-o'zidan yemirilib boshqa zarralarga aylanmaydi, holbuki ko'pgina elementar zarralar barqaror bo'lib, ma'lum vaqtdan keyin boshqa zarralarga aylanadi. Elementar zarralar mazmuniga ko'ra eng soddalar ya'ni bu so'z ular bundan ketin boshqa tashkiliy qismlarga ajralmaydi degan ma'noni anglatadi. Haqiqatda esa elementar zarralar elementar emas, balki ular boshqa tur zarralarga aylanishi mumkin. Elektron zarralarning xarakterli xususiyati shuki, ular ikki xil ko'rinishda –zarralar va antizarralar ko'rinishida namayon bo'ladi. Bu muayyan ko'rinishdagi musbat zaryadlangan zarralar bilan bir qatorda ularning manfiy zarralari ham mavjudligida o'z ifodasini topgan. Endi zarralarning asosiy xarakteristikalarini ko'rib o'tamiz.

Tinchlikdagi massa va xususiy energiya. Elementar zarralar har qanday holatda ham massaga ega. Massa erkin zarraning to'la energiyasi w bilan quyidagi munosabatda bog'langan;

$$w^2 = c^2 p^2 + m_0^2 c^4 = m^2 c^4$$

Bunda $m_0 - c=0$ ($v=0$)dagi massa, m esa $P \neq 0$ dagi massa. Yuqoridagi formuladan ko'rinish turibdiki, massa zarralarning to'la energiyasiga bog'liq ekan. Shuning uchun umumiy xolda u doimiy emas. Shu sababli, elementar zarrani m_0 tinchlikdagi massa orqali xarakterlanadi.

Elementlar zarraning ichki energiyasi tinchlikdagi massa orqali quyidagicha bog'langan: $w_0 = m_0 c^2$. Biroq shunday zarrali borki, borki, ularda energiya implus bilan quyidagicha munosabatda bog'langan.

$$W = op$$

Ya'ni $m_0=0$. Bunday zarralarga fotonlar va neytrinolar kiradi. Ular tinchlikda massaga ega bo'lmagan sababli vakumda c yorug'lik tezligida xarakatlanadi.

Elektr zaryadi. Hozirgi vaqtda ma'lum bo'lgan zarralarning ko'pchiligi elektr zaryadga ega. Bunda hamma vaqt ham musbat zaryadli, ham manfiy zaryadli zarralar (zarra va antizarralar) mavjud ekanligi malum bo'ldi. Elektron zaryadning absolyut qiymati electron zaryadi e ning absolyut qiymatiga teng. Bu kattalikni odatda elektron zaryadi birligi sifatida qabul qilinadi. Zaryadlangan zarralardan tashqari, zaryadlanmagan zarralar ham bor bo'lib, ular ham zarralar va antizarralar ko'rinishda mavjuddir.

Elementar zarralarning o'zaro ta'sir turlari. Elementar zarralarning aylanish proseslarida namayon bo'ladigan o'zaro ta'sir kuchlarining kattaligiga qarab uch xil o'zaro ta'sir ajratiladi.

- a) kuchli o'zaro ta'sir ;
- b) elektromagnit o'zaro ta'siri
- c) kuchsiz o'zaro ta'sir

Kuchli o'zaro ta'sirlar og'ir zarralar – protonlar , neytronlar, T- mezonlar, K- mezonlar, giperonlar orasida vujudga keladi. Demak kuchli o'zaro ta'sirlashuvchi zarralar oilasi **adronlar** deb ataladi. Kuchli o'zaro ta'sirlar mezonlar vositasida uzatiladi. Ular bilan xarakterlanadigan proseslar juda qisqa ($\approx 10^{-22} - 10^{-24}$ sek).

Elektromagnit o'zaro ta'sirlar elektr zaryadlar tufayli vujudga keladi. Ushbu o'zaro ta'sir $10^{-18} - 10^{-20}$ sek davom etadi.

Kuchsiz o'zaro ta'sirlar konstantasi $\approx 10^{-12} - 10^{-13}$

Elektronlar va pozitronlar. Elektronlar moddaning atom tuzilshini o'rganishda topilgan eng birinchi elementar zarralardandir. Elektronlar e^- simvol orqali belgilanadi.

Elektron o'z – o'zidan boshqa xil zarralarga aylanmaydigan barqaror zarradir. Manfiy elektronlar bilan bir qatorda musbat elektronlar -- **pozitronlar** ham mavjudki, ular elektronlarga nisbatan antizarra hisoblanadi. Pozitronning massasi va zaryadi absalut qiymati jihatidan elektronning massa va zaryadiga teng. Pozitron vakumda turg'un biroq modda uzoq vaqt mavjud bo'la olmaydi. Chunki u elektron bilan to'qnashganda elektron va pozitron annigilyatsiyasi hodisasi ro'y beradi. Bu hodisa elektron va pozitron qo'shilganda ular yo'qolib qoladi, ular o'rniga esa ikki yoki undan ko'p foton paydo bo'ladi.

Bu fotonlar o'z navbatida annigilyatsiyalangan elektron va pozitronning massasini va energiyasini olib ketadi. Bu protsess quyidagi sxema bo'yicha tasvirlanadi: $e^+ + e^- \rightarrow 2\nu$.

Annigilyatsiyadan so'ng elektron va pozitron mustahkam zarralar juftini hosil qiladi yoki boshqacha aytganda virtual juftini hosil qiladi.

Annigilyatsiyaga teskari hodisa yahi elektron pozitron juftini hosil bo'lishi ham mumkin. Biroq bunga katta energiya kerak bo'ladi

Protonlar va antiprotonlar. Elektron zarralarning eng muhim ikkinchi turi protonlar va antiprotonlardir. Bu elementar zarrachalarda ham annigilyatsiya hodisasi kuzatiladi

Protonning massasi elektronning massasidan 1836,09 marta katta. Proton uchun p va h simvollik belgilar qabul qilingan.

Neytronlar va antineytronlar. Elementar zarralar ichida ikkinchi eng muhimi nuklon – neytrondir. Uning massasi protonning massasiga deyarli, biroq elektr zaryadiga ega emas.

Neytron beqaror zarra bo'lib, u atom yadrosidan ozod bo'lib chiqqandan keyin 1000 sek vaqt o'tishi bilan β – yemirilishga uchrayd: $n \rightarrow p + e + \bar{\nu}_e$

Neytronga nisbatan antizarra - antineytrondir, uning massasi neytron massasiga teng, zaryadi nol.

Zarralarning nomi		Belg isi		Elektron massasi birlikdagi massasi	Elektron massasi birlikdagi zaryadi	Yasash vaqti, s
		Zarra	Antiz arra			
	Foton			0	0	Doimiy
Leptonlar	Elektron neytrinosi	e	e	0	0	Doimiy Doimiy Doimiy
	Myuon neytrinosi	μ	μ	0	0	
	Tau neytrino	τ	τ	0	0	
	Elektron	-	+	1	-1	
	Myuon	-	+	207	-1	$2,2 \cdot 10^{-6}$
	Tau-lepton	-	+	$349 \frac{2}{2}$	-1	$1,46 \cdot 10^{-12}$

mezonlar	Pi-mezonlar (pionlar)		0 +	0 -	264 ,1 273,1	0	$1,83 \cdot 10^{-16}$ $2,6 \cdot 10^{-8}$
	Ka- mezonlar (kaonlar)				966 ,4 974 ,1	1	$1,2 \cdot 10^{-8}$ K_{s-}^0 $8,9 \cdot 10^{-11}$ K_{L-}^0 $5,2 \cdot 10^{-8}$
	Eta-nol- mezonlar		0	0	107 4	0	$2,4 \cdot 10^{-19}$
Barionlar	Nuklonlar	Proton Neytron	n	n	183 6,1 1838,6	1 0	Doimiy 10^3
	Giperonlar	Giperon- lyambda Giperon- sigma	0	0	218 3,1	0	$2,63 \cdot 10^{-10}$
			+	+	232 7,6	1	$8 \cdot 10^{-11}$
			0	0	233 3,6	0	$5,8 \cdot 10^{-20}$
			-	-	234 3,1	-1	$1,48 \cdot 10^{-10}$
		Giperon-ksi	0	0	257 2,8	0	$2,9 \cdot 10^{-10}$
			-	-	257 2,8	-1	$1,64 \cdot 10^{-10}$
		Omega- minus giperon	-	+	327 3	-1	$8,2 \cdot 10^{-11}$

Elementar zarracha

Elementar zarracha yoki **fundamental zarracha** parchalanishi mumkin bo'lmagan yoki parchalana olishi isbot etilmagan zarrachadir. Standart modelda kvark, lepton vakalibr bozonlar elementar zarracha, deb ko'riladi.

O'tmishda adronlar (masalan, proton va neytron) va hatto atomlar elementar zarracha, deb hisoblangan; biroq keyinchalik ularning kichikroq zarrachalardan tashkil topgani ayon bo'ldi. XX asrda elementar zarrachalar nazariyasiga kvant tushunchasi kiritildi; bu tushuncha elektromagnetizmda inqilob yasab, kvant mexanikasi sohasi yaratilishiga sabab bo'ldi.

Kvark materiya asosini tashkil etuvchi elementar zarrachadir. Lepton bilan birgalikda fermionlar oilasiga kiradi. Kvarklarning turli xillari birikib, proton, neytron kabi zarrachalarni tashkil etadi (har bir zarracha uchta kvarkdan iborat bo'ladi). Kvarklarning 6: yuqori, quyi, mahliyo, g'alati, ust va ost xillari mavjud.

Elementar zarracha yoki **fundamental zarracha** parchalanishi mumkin bo'lmagan yoki parchalana olishi isbot etilmagan zarrachadir. Standart modelda kvark, lepton va kalibr bozonlar elementar zarracha, deb ko'riladi.

O'tmishda adronlar (masalan, proton va neytron) va hatto atomlar elementar zarracha, deb hisoblangan; biroq keyinchalik ularning kichikroq zarrachalardan tashkil topgani ayon bo'ldi. XX asrda elementar zarrachalar nazariyasiga kvant tushunchasi kiritildi; bu tushuncha elektromagnetizmda inqilob yasab, kvant mexanikasi sohasi yaratilishiga sabab bo'ldi.

Turlari

Barcha elementar zarrachalar ularning spiniga qarab, bozon yoki fermionlarga ajratiladi. Fermionlar yarim spinga ega bo'lib, materiyani tashkil etadi; fundamental kuchlarmaydonlari asosi bo'lmish bozonlar esa butun spinlidir.

▪ **Fermionlar:**

Kvarklar — yuqori, quyi, mahliyo, g'alati, ust, ost

Leptonlar — elektron neytrino, elektron, muon neytrino, muon, tau neytrino, tau

▪ **Bozonlar:**

Kalibr bozonlar — gluon, W va Z bosonlar, foton

Boshqa bosonlar — Higgs bozoni, graviton

Lepton kuchli o'zaro ta'sirda qatnashmaydigan yarim spinli elementar zarrachadir. Leptonlar fermionlar oilasiga kiradi. Leptonlarning uch xili bor: elektron, muon va tau lepton.

Bozonlar butun spinli zarrachalardir. Bose-Einstein statistikasiga bo'ysunishadi. Bozonlar elementar (masalan, foton) yoki murakkab (masalan, mezon) bo'lishi mumkin. Bozonlar kuch maydonlarini tashkil etadi. Fermionlardan farqli o'laroq, bir necha bozon bitta kvant holatini (ya'ni, bir vaqtning o'zida bitta joyni) egallashi mumkin.

Fermion yarim spinli elementar zarrachadir. Italian fizigi Enrico Fermi sharafiga shunday nomlangan. Fermionlar Fermi-Dirac statistikasiga bo'ysunadi. Fermionlarga proton va elektron misol bo'lishi mumkin. Standart Modelda fermionlarning ikki tipi: kvark va leptonlar ajratiladi. Fermionlarning 24 hidi bor: 6 ta kvark, 6 ta aksilkvark, 6 ta lepton va 6 ta aksillepton uchun.

Bozonlardan farqli o'laroq, berilgan vaqtda kvant holatida faqatgina bitta fermion bo'lishi mumkin (Pauli prinsipi). Ya'ni, fazoning bir nuqtasini bittadan ko'p fermion egallasa, har bir fermion xossalari (masalan, spini) boshqalarinikidan farq qilishi zarur. Shuning uchun fermionlar materiya, bozonlar esa nurlanish asosini tashkil etadi (biroq ular orasidagi farq kvant fizikasida hali to'la-to'kis ayon emas).

Barcha elementar zarrachalar ularning spiniga qarab, bozon yoki fermionlarga ajratiladi. Fermionlar yarim spinga ega bo'lib, materiyani tashkil etadi; fundamental kuchlarmaydonlari asosi bo'lmish bozonlar esa butun spinlidir.

Kvark

Kvark materiya asosini tashkil etuvchi elementar zarrachadir. Lepton bilan birgalikda fermionlar oilasiga kiradi. Kvarklarning turli xillari birikib, proton, neytron kabi zarrachalarni tashkil etadi (har bir zarracha uchta kvarkdan iborat bo'ladi). Kvarklarning 6: yuqori, quyi, mahliyo, g'alati, ust va ost xillari mavjud.

Lepton

Lepton kuchli o'zaro ta'sirda qatnashmaydigan yarim spinli elementar zarrachadir. Leptonlar fermionlar oilasiga kiradi. Leptonlarning uch xili bor: elektron, muon va tau lepton.

Bozon

Bozonlar butun spinli zarrachalardir. Bose-Einstein statistikasiga bo'ysunishadi. Bozonlar elementar (masalan, foton) yoki murakkab (masalan, mezon) bo'lishi mumkin. Bozonlar kuch maydonlarini tashkil etadi. Fermionlardan farqli o'laroq, bir necha bozon bitta kvant holatini (ya'ni, bir vaqtning o'zida bitta joyni) egallashi mumkin.

Elektron

Elektron - manfiy zaryadlangan barqaror elementar zarracha. Barcha moddalarning atomlaridagi elektron qobiqlar elektronlardan tashkil topgan. Elektron zaryadi elementar, deb qabul qilinadi va u $-1,6021892(46) \times 10^{-19}$ Klga teng.

Neytron

Neytron atom yadrosini tashkil etuvchi zarrachalardan biri bo'lib, elektr zaryadigi ega emas. Neytron bitta yuqori va ikkita quyi kvarkdan iborat. 1932-yili James Chadwick tomonidan kashf etilgan.^[1]

Fizik xossalari

Neytron massasi $1,67492729(28) \times 10^{-27}$ kg,^[2] o'rtacha yashash vaqti 885.7(8) s (erkin neytron uchun), spini $\frac{1}{2}$ dir.

Higgs bozoni

Higgs bozoni gipotetik massiv skalar elementar zarrachadir. Mavjudligi Standart model yordamida bashorat qilingan. Higgs bozoni haligacha kuzatilmagan; u massasiz zarrachalarning qanday qilib materiya massasini hosil qilishini izohlab berishi mumkinligi faraz qilinmoqda. Higgs bozonini topish va aniqlash uchun 2009-yil o'rtalarida ishga tushirilishi ko'zlangan Katta Adron Kollayderi (Large Hadron Collider, LHC) yordamida tajribalar o'tkazilishi kutilmoqda.

Materiya

Materiya massaga ega va fazoda joy oluvchi obyektidir. Materiya tushunchasining aniq ta'rifi yo'q. Ba'zi ta'riflarga ko'ra, materiya elementar fermionlardan iborat har qanday narsadir (biroq bunda bir qator muammolar tug'iladi: elementar fermion bo'lmagan, biroq massaga ega bozonlar mavjud; fermiondan iborat neytrinolarning ayrim tiplari massasiz bo'lishi mumkin). Yorug'lik (fotonlar) va ba'zi bozonlar materiya, deb qaralmaydi.

Massa

Massa — asosiy fizik o'lcham birliklaridan biri bo'lib, materiyaning inertsiya va gravitatsion xossalari aniqlovchi skalyar kattalik. SI da massa kg da o'lchanadi.

Belgisi: m (ingl. m — mass)

- SI da: kilogramm, kg
- Boshqa kattaliklari: tonna t , gramm g , karat Kt va boshq.
- O'lchov asboblari: tarozilar

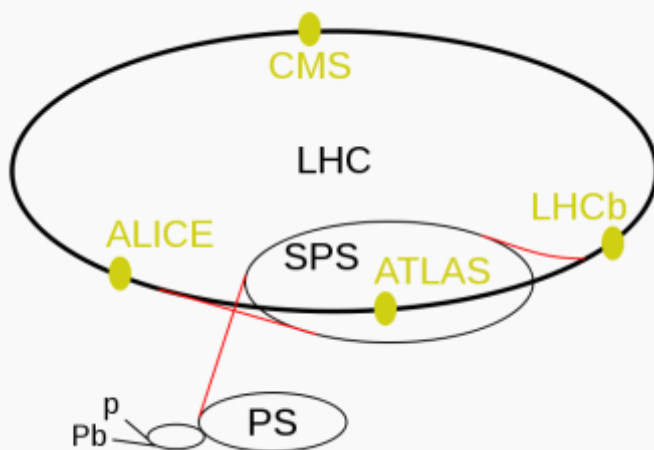
E — energiya, m — massa, c — yorug'lik tezligi

Fazo

Fazo fundamental kattalik bo'lib, quyidagicha ta'riflanishi mumkin:

- olamning fundamental tuzilishi qismlaridan biri, ichida jismlar ajratilgan, joylashgan, shakllari va hajmlari aniqlangan, harakat qilishga imkonlari bo'lgan o'lchamlar to'plami;
- yuqoridagi ta'rifga qarshi ma'noda: mavhum matematik konseptual soha (vaqt va son kabi) bo'lib, uning yordamida biz jismlarning joylashishi, shakli, hajmi, harakati va ular orasidagi masofani taqqoslaymiz va o'lchaymiz;
- Yer va uning atmosferasi tashqarisidagi koinot qismi.

KATTA ADRON KOLLAYDERI



Katta Adron Kollayderidagi tajribalar tarxi (sxemasi).

Katta Adron Kollayderi yoki **Katta Adron To'qnashtiruvchisi** (ing. "Large Hadron Collider", LHC) - zaryadlangan zarralarni tezlatuvchi majmua. Fransiya va Shveysariya chegarasida, yer sathidan 175 m pastda joylashgan. Aylana shaklida qurilgan tunneli uzunligi 27 km. Dunyodagi eng katta va quvvatli zarracha tezlatkichidir.

Kollayderni qurishdan asosiy maqsad Higgs bozoni mavjud yoki emasligini aniqlashdir. Asosiy tajriba bunday o'tkaziladi: har birining energiyasi 7 TeV bo'lgan protonlar yoki 574 TeV bo'lgan qo'rg'oshin yadrolari yorug'lik tezligining 99.9999991%ida qarama-qarshi tomondan uchirilib, to'qnashtiriladi. To'qnashuv natijasida ajralib chiqqan zarrachalar qayd etiladi va ular orasidan Higgs bozoni xususiyatlariga ega bo'lgani qidiriladi. Higgs bozoni mavjudligi hozirgi Standart Model nazariyasini to'liq tasdiqlashi kerak (Standart Model gipoteza emas, zero boshqa tajribalar uning katta qismi to'g'riligini isbotlagan). Aks holda massaning qayerdan paydo bo'lishi haqida yangi faraz qurib, Standart Modelga o'zgartirish kiritishga to'g'ri keladi. Umumiy qiymati taxminan € 3,2-6,4 milliard^[1] bo'lgan bu loyihada 100 dan ortiq mamlakat olimlari, jumladan O'zbekiston fiziklari ham qatnashishadi.^[2]

2008 yilning 10 sentyabr kuni Shveysariya va Fransiya chegarasida 10 milliard dollar sarf-xarajat asosida bunyod etilgan misli ko'rilmagan darajada katta quvvati bo'lgan elementar zarrachalar tezlatgichi - Katta adron kollayderi (KAK) ishga tushirildi. Katta adron kollayder (Large Hadron Collider - KAK) dunyodagi eng katta Yevropa yadro fizikasi laboratoriyasi - CERN (Conseil

Europeen pour la Recherche Nuc leaire)da qurildi. Bu qurilma elementar zarrachalarning tezlatgichi bo'lib, u elementar zarrachalarning o'zaro ta'sirini o'rganish uchun insoniyat tomonidan barpo qilingan tarixdagi eng katta qurilmadir. KAK CERNdagi Katta elektron-pozitron kollayderi (Large Electron Positron (LEP) solider)ning o'rnini olib o'rtacha 100 metr chuqurlikdagi uzunligi 27 km. bo'lgan tunnelda joylashgan. U protonlarning 7 TeV (Terra elektronvolt) energiyagacha 2 dastasini bir-biriga qarama-qarshi yo'nalishda jadallashtirish va so'ngra ularni bir-biri bilan to'qnashtirish imkonini beradi. Protonlar to'qnashganda energiyasi 14 TeV ni ($1\text{TeV}=10^{12}\text{ eV}$) tashkil etadi. KAK faqat proton - proton to'qnashishini o'rganish bilangina cheklanib qolmasdan qo'rg'oshin kabi og'ir ionlarning to'qnashishini ham o'rganish imkonini beradi va bu to'qnashishlardagi energiya 1148 TeV gacha yetib boradi. KAKga tushguncha protonlar CERNda mavjud «tezlatgich komplekslari»da tayyorlanadi. 7 TeV energiyali protonlar aylana bo'ylab harakatlanishi uchun KAK magnit induksiya 8.36 Tesla li magnit maydonini hosil qila oladigan elektromagnitlarga ega bo'lishi kerak. Buning uchun o'ta o'tkazuvchanlik hodisasidan foydalanishga to'g'ri keladi. Elektromagnitlarni tashkil qilgan o'tkazgichlarda o'ta o'tkazuvchanlik hodisasi vujudga kelishi uchun esa ularni o'ta past temperaturalarda ushlab turish kerak. Shu sababli KAKning 38000 tonna qurilmalari o'ta past temperaturada ishlatiladi. Buning uchun bir necha tonna suyuq geliy va vodoroddan foydalaniladi. 1296 o'ta o'tkazuvchan elektromagnitlar va 2500 dan ortiq boshqa magnitlar KAKda nurlarning uchishini va to'qnashishini ta'minlab turadi. Magnitlar og'irligi yig'indisi 1.9 million tonnani tashkil qiladi. Jahondagi minglab fiziklar o'tgan asr davomida o'zlarining nazariyalari va eksperimentlari asosida materiyaning ajoyib fundamental manzarasini yaratishdi va u Zarrachalar va Kuchlarning Standart Modeli degan nom oldi. Standart Model bugungi kunda yaxshi tekshirilgan fizik nazariyadir va u ko'plab turli-tuman hodisalarni tushuntirib va oldindan aytib bera oladi. O'ta aniq eksperimentlar nazariya oldindan aytib bergan hisob-kitoblarni bir necha bor tasdiqlagan. Lekin shu bilan bir qatorda hali yechilmagan masalalar ham turibdi. Masalan, nega elementar zarrachalar massaga ega va nega ular turli-tuman? Ushbu savolga javob Standart Model doirasida bo'lgan Higgs (Higgs) - mexanizm g'oyasida yotgan bo'lishi mumkin. Unga binoan barcha fazo «Higgs maydon»lar bilan to'la bo'lib, ushbu maydonlar bilan o'zaro ta'sirlashganda zarrachalar ularning massalariga ega bo'ladi. Higgs maydon bilan kuchli ta'sirlashadigan zarrachalar - og'ir, kuchsiz ta'sirlashadigan zarrachalar esa yengildir. Nazariyaga binoan Higgs maydon bilan bog'liq bo'lgan kamida bitta zarracha - Higgs bozon mavjud. Agar bunday zarracha mavjud bo'lsa, KAK uni aniqlashga qodir. Boshqa jumboq to'rtta turli o'zaro ta'sir kuchlariga aloqadordir. Olam yosh va hozirgiga nisbatan judayam qaynoq bo'lgan davrlarda bu to'rttala kuchlar bir kuch ko'rinishida bo'lgan. Elementar zarrachalar fiziklari buni bir nazariya doirasida bayon qilish mumkinligiga umid bog'lashgan va ushbu yo'nalishda ba'zi yutuqlarga erishishgan. Ikki «elektromagnit» va «kuchsiz» o'zaro ta'sir 1970 yillarda bir umumiy nazariyaga birlashtirildi va bir necha yillar o'tgach CERNda o'z tasdig'ini topdi hamda Nobel mukofoti bilan taqdirlandi. Lekin eng kuchsiz va kuchli ta'sir («gravitatsiya» va «kuchli»)lar hali yetarlicha tahlil qilinganicha yo'q. Kuchlarni bir nazariya bilan birlashtirish borasida o'ziga xos eng yaxshi g'oya supersimmetriya yoki qisqacha SUSI (Susy) bo'lib turibdi. KAK antimateriya jumbog'ini yechib berishi kerak. Ilgari antimateriya bu materiyaning to'la aksi, go'yoki materiyani antimateriya bilan almashtirib va natijaga «ko'zgu» orqali qaralsa, farqiga borib bo'lmasligi tushunilardi. Hozirda bunday o'zgartirish ideal bo'lmasligi va materiya-antimateriya o'zgartirish stabil emasligi ma'lum. KAK juda ham yaxshi «antimateriya ko'zgusi» bo'lishi mumkin va u Standart Modelni shafqatsizlarcha tekshiruvdan o'tkazadi. KAK yurgizib yuborilganidan so'ng elementar zarrachalarning jahondagi eng yuqori energiyali tezlatkichi bo'ladi. AQSh, Batava, Illinoys shtatidagi Fermi nomli tezlatgich Milliy laboratoriyasidagi proton-antiproton Tevatron (Tevatron) kollayderidan va AQSh dagi Brukxeyven laboratoriyasida ishlab turgan og'ir ionlarning relyativistik kollayderlardan energiya bo'yicha 7-8 marotaba kuchlilik qiladigan bo'ladi. To'qnashayotgan protonlarning energiyasi ularning tinch holatdagi to'liq energiyasidan 7 ming marotaba kattaroq bo'ladi va shu bilan bir qatorda zarrachalar dastasining intensivligi ulardagidan 40 marotaba katta bo'ladi. Protonlar kollayderning aylana shaklidagi barcha 27 km. li uzunligi bo'ylab taqsimlangan 3 ming igna shaklidagi dasta ko'rinishida harakatlanadi. Har bir to'plam 100 milliard protonlarga ega bo'lib, to'qnashuv nuqtalarida bir necha santimetrli uzunlikda (igna uzunligida) va diametri 16 mikron

bo'ladi (inson sochi tolasining eng ingichkasining qalinligi). Ushbu ignalar detektorlar joylashgan zonalarda o'zaro to'qnashadilar va sekundiga 600 million to'qnashuv sodir bo'ladi. Ushbu to'qnashuvlar (yoki fizika tili bilan aytganda sobytie-voqea) amalda protonlarni tashkil qiluvchi zarrachalar kvarklar va glyuonlar orasida bo'ladi. Bunda ular o'rtasidagi masofa misli ko'rilmagan darajagacha 10 darajasi minus 18 metrgacha kamayadi. Zarrachalar energiyasi maksimal bo'lganida birlamchi protonlarda mavjud bo'lgan energiyaning yettidan biricha qismi, ya'ni 2 TeV energiya ajralib chiqadi. Detektorlarning to'rtta gigant sistemasi, ularning eng kattasi Parijdagi Notr-Dam soborining yarmini egallagan bo'lar edi va eng og'iri Eyfel minorasidagidan ko'proq temirni o'ziga jamlagan. Har bir to'qnashuvda protonlar parchalanib turli tomonlarga kvarklar ko'rinishida sochilib ketadi va kvarklar yakka holda mavjud bo'la olmasligi sababli ular bir zumb o'tmay birlashib turli tomonlarga ulkan tezlik bilan sochilayotgan yangi zarrachalarni hosil qiladi va kollyayder detektorlari ularning parametrlarini o'lchab boradi. Detektorlarning o'lchamlari haddan tashqari katta bo'lishiga qaramay, ularning elementlari 50 mikron aniqlik bilan montaj qilingan. KAK proekt quvvatiga yetganida unda tsirkulyatsiya qilayotgan zarrachalar energiyasi tezligi 100 km/soat bo'lgan 900 avtomobilning kinetik energiyasiga yoki 2 tonna suvni qaynatishga yetarli bo'ladi. Xalqaro loyiha bo'lgan KAK ning amalga oshishida CERNga a'zo 20 davlat hamda kuzatuvchi sifatida AQSh, Yaponiya, Rossiya, Kanada, Xitoy va boshqa davlatlar ishtirok etyapti. Katta adron kollyayderining vujudga kelishida dunyoning barcha yetakchi olimlari, shu jumladan, o'zbekistonlik fiziklar ham o'z hissalarini qo'shgan. U yetti yil davomida qurildi. Unda proton va ionlar yorug'lik tezligiga yaqin tezlikkacha haydalib o'zaro to'qnashtiriladi. Bunda bizning Olam vujudga kelganga o'xshash holatlar vujudga kelishi kerak. Boshqacha qilib aytganda, Katta adron kollyayderi Katta portlashni va u ro'y bergandagi hodisalarni «laboratoriya» sharoitida vujudga keltirish uchun qurilgandir. Kollyayder ishidagi ikkinchi muhim tomon Olamdagi qora o'ralar ichidagi sharoitlarning o'xshashini vujudga keltirishdir. Bundan tashqari, qora materiya va qora energiya jumbog'iga javob qidiriladi hamda ularning paydo bo'lish qonuniyatlari aniqlanadi. Olamdagi eng kuchli nurlanish manbalari termoyadro reaksiyalari yoki anniglyatsiyaviy protsesslar natijasi emasligi diqqatga sazovordir. Odatda modda og'irlik kuchi ta'sirida ulkan energiyalargacha tezlanib «pastga tushadi» va uning o'sha energiyasi «nurlanadi». Olamda neytron yulduzlar hamda qora tuynuklar ko'rinishida juda ham zich va ixcham ob'ektlar mavjud bo'lib, ular atrofida og'irlik kuchi juda ham ulkandir. Faraz qilaylik, agar modda neytron yulduzning ustiga tushayotgan bo'lsa, u yorug'lik tezligining yarmiga teng bo'lgan tezlikka erishadi. Bunda ajralib chiqadigan energiyaning effektivligi yadroviiy va termoyadroviiy reaksiyalarda bo'lishi mumkin bo'lganiga nisbatan bir tartibdan ko'proq yuqori bo'ladi. Bu yil olimlar KAK da tajribalar o'tkazishni boshlashi kutilmoqda. KAKni ishga kiritish bosqichma-bosqich olib boriladi. Birinchi bosqichda zarrachalarning bir dastasi, keyingi bosqichda ikkinchi dastasi hosil qilinadi. Va nihoyat ular to'qnashtiriladi; kam quvvatli sinov dastalaridan toki tezligi yetarlicha katta bo'lgan va kutilayotgan eksperimental natijalarni olish mumkin bo'lgan dastalarni to'qnashtirish uchun qurilmaning gigant tarxi ustida 5000 olim, injener va talabalar jamlangan. Ikki asosiy detektorning 100 million kanallaridan kelayotgan ma'lumotlar har sekundda 100 ming kompakt disklarni to'ldirishi mumkin va ularning 6 oy davomida yig'ilgani ustma-ust qo'yilsa, qatlam Oygacha yetishi mumkin. Chunki 25 ns. vaqt intervalida birgina igna ko'rinishidagi zarrachalar to'plamining to'qnashishida 20 voqea yuz beradi. Bir to'qnashishga uchragan zarrachalar to'plami detektorning tashqi qatlamidan chiqib ketayotganda keyingi to'qnashishga ham ulguradi. Detektor individual qatlamlardan tuzilgan bo'lib, ular ma'lum zarrachalarnigina sezadi. Millionlab kanallar axboroti har bir voqeadan megabayt informatsiyani yetkazib beradi. Har ikki sekundda bu petabayt (milliard megabayt) axborotni tashkil qiladi. Shuning uchun barcha olinadigan ma'lumotlarni yozish o'rniga bir sekund davomida eng ko'p qiziqish uyg'otgan 100 voqeanigina yozib boriladi. CERNda bir necha ming kompyuterlar birlamchi axborotlarni tahrir qilib boradi va jahonning uch qit'asidagi ko'plab institut va universitetlardagi 10 minglab kompyuterlar ham optik kabellar orqali CERN bilan bog'lanishini taqsimlash hisoblash tarmog'i boshqarib boradi hamda ular qolgan ishlarni amalga oshirishadi. Asosiy aylanaga kiritish uchun tayyorlanadigan va energiyasi 0,45 TeV bo'lgan proton dastalarini hosil qiluvchi, qator yordamchi tezlatgichlar sinovlardan o'tkazilib bo'lindi. Test tajribalarini o'tkazishda apparaturani shikastlanishdan asrash maqsadida intensivligi kam bo'lgan proton dastalaridan foydalaniladi.

Birinchi yurgizishda har bir yo'nalishda energiyasi 7 TeV bo'lgan protonlarning faqat bir to'plamiga tsirkulyatsiya qiladi. KAK tunneli iloji boricha uning ko'proq qismi monolit qoyaga joylashtirilgani uchun gorizontga nisbatan 1,4 foiz og'gan holatni olgan. U Jeneva ko'li tomonda 50 metr va uning qarama-qarshi tomoni esa 175 metr chuqurlikda joylashgan. Dengiz suvlari ko'tariladigan kunlari Jeneva yaqinidagi yer 25 sm. ga ko'tariladi va KAKning uzunligini 1 mm. ga oshirib dasta energiyasini 0,02 foizga o'zgartiradi. Shuning uchun eksperimentatorlar das ta energiyasini 0,002 foiz aniqlikda nazorat qilib borishiga to'g'ri keladi. Umuman aytganda, KAK to'rt yoyli sakkiz burchak shaklida bo'lib ular eksperimental qurilmalar (detektorlar) hamda dastalarni boshqaru - mezonlar) va kaonlar (K - mezonlar) va boshqa og'ir mezonlar kiradi. π vchi tizimlar joylashgan qisqa to'g'ri sektsiyalar orqali bog'langan. 2008 yilning 11 avgustida KAKning dastlabki sinovlari bo'lib o'tdi. Bunda zaryadlangan zarrachalar dastasi KAK aylanalaridan biri bo'ylab 3 km. dan ko'proq masofani o'tdi. Shunday qilib olimlar super proton sinxronizatori (SPS)ning sinxronizatsiya ishini tekshirishni hamda nurni o'ng tomondan yetkaza olishni uddalashdi. Bu sistemada haydalgan zarrachalar dastasi soat mili yo'nalishida harakatlandi. Sinovlarning ikkinchi bosqichi 22 avgust kuni muvaffaqiyatli o'tkazildi. Bunda zarrachalar dastasi soat mili yo'nalishiga teskari yo'nalishda harakatlantirildi. Shu kuni KAK sinovdan o'tkazilayotgan daqiqalarda Toshkentda kuchli zilzila bo'lgani biroz ko'ngillarni xira qildi. 4-5 sentyabr kunlari KAKning tezlatgich trubalarida yuqori vakuum hosil qilindi va uchinchi yakunlovchi sinov testlari bilan qurilma tekshirilib, elementar zarrachalar dastasi berilgan yo'nalishda harakatlanishiga yana bir bora iqror bo'lindi. Keyingi sinov 10 sentyabrga belgilandi hamda test bo'yicha kollayderni yurgizish ishini bevosita efirga «Yevronyus» telekanali orqali to'g'ridan to'g'ri uzatish belgilandi. Bunda to'qnashuvchi zarrachalar energiyasi Tevatron kollayderidagiga nisbatan ikki marotaba past bo'lishi maqsadga muvofiq deb topildi. 2008 yilning 21 oktyabrida esa 7 TeV energiyani egallash rejalashtirildi. Shundan so'ng kollayderni ikki oyga qish mavsumida yopib, 2009 yilning bahorida to'la energiya 14 TeVni egallash va sekin-asta nurlanishni oshirib borish rejalashtirildi. Shu munosabat bilan kollayderda mikroskopik qora o'ralar hamda antimateriya fragmentlari yoki quyqalari strapelka, («G'aroyib tomchilar» inglizcha strange lets - g'aroyib materiyadan tarkib topgan gipotetik ob'ektlar - shartli ravishda aytganda, adronlarga birikmagan erkin kvarklar (yuqori, pastki va g'aroyib)dir. Ulardan ba'zi bir xil neytron yulduzlar tarkib topgan deb hisoblanadi, lekin ularni neytron yulduzlarda strapelkalar deb atalmay, kichik ob'ektlar bo'lganida ishlatiladi) va magnit monopoliyalari paydo bo'lishi hamda buning oqibatida zanjir reaksiyasi vujudga kelib, aylana atrofidagi materiyaning yutilishi xavfi borligini ro'kach qilishlar ko'payib ketdi. Magnit monopoliyalarining bor bo'lishi protonlarning parchalanishini tezlashtirishi mumkin, lekin bu hol ham amalda hech qachon kuzatilmagan hodisadir (protonning taxminiy yarim parchalanish davri 1036 yilni tashkil qilib, olam paydo bo'lgan vaqtdan ancha kattadir). Bir necha olimlar o'z noroziliklarini bayon etib, Yevropa sudiga murojaat qilishga ulgurishdi. Gipotezalarning biriga binoan, manfiy zaryadlangan strapelkalarni Yerga tegishi butun planetani g'aroyib materiyaga aylanishiga olib kelishi mumkin: biror atomning yadrosi bilan strapelkaning to'qnashishi uni energiya ajratishiga va har tomonga strapelkalarning sochilishiga olib kelishi, ya'ni zanjir reaksiyasi vujudga kelishi mumkin; Adron (grekcha hadros - kuchli - elementar zarrachalar sinfi), chin elementar bo'lmagan kuchli ta'sirlashishga moyil. Adronlar ular tarkibidagi kvarklarga qarab ikki asosiy guruhga bo'linadi: mezonlar - bir kvark va bir antikvark dan tarkib topgan; barionlar - uch xil rangdagi uch kvarkdan tarkib topgan bo'lib, rang siz kombinatsiyani tashkil qiladi. Bizlarga ko'rinib turadigan moddalarning asosiy qismi aynan barionlardan qurilgan bo'lib - bular proton va neytron orqali atom yadrosini tashkil qiluvchi nuklonlardir. Barionlarga - elementar zarrachalari tezlatgichlarida olingan nisbatan og'ir hamda noturg'un ko'pdan-ko'p giperonlar ham kiradi. Mezonlarga pionlar Ilgarilari «mezon» termini «massa bo'yicha o'rtacha» ma'nosini berar edi va shuning uchun mezonlar qatoriga myuonlar deb nomlanuvchi zarrachalar ham kiritilgandi va ular - mezonlar deb nomlanardi. Hozirgi paytda myuonlar adron emasligi, ular leptonlar sinfiga mansubligi aniqlandi. CERNning maxsus ajratilgan olimlar va mutaxassislardan tashkil topgan guruhi tayyorlagan hisobotlarda xavfning uch asosiy turi: manfiy zaryadlangan strapelkalar, qora o'ralar va magnit monopoliya larining tahlili ustida batafsil to'xtalib, vahimali chiqishlarning noo'rin ekanligini ochiq-oydin ko'pgina ilmiy dalillar bilan

ko'rsatib bera oladigan ma'ruza tayyorlashdi. Adronlarning haddan tashqari ko'pligi va leptonlarning kamligi fiziklarni o'ylantirib qo'ygan. Kvarq gipotezasini ilgari surish, kvarklar turining soni leptonlar turining soniga teng bo'lishi kerak, degan qoidaning shakllanishiga olib keldi. Kvarklarning o'ziga xosligi shundaki, ular fermionlardir (kvark spini $1/2$ ga teng). Bir holatni faqatgina ikkita fermion olishi mumkin va bunda ularning spinlari, albatta, qarama-qarshi yo'nalgan bo'lishi shart. Fermionlar ham, bozonlar ham faqat fermionlardangina tarkib topgan bo'ladi, bunda fermionlarning toq soni fermionlarni bersa, juft soni bozonlarni hosil qiladi.