

ӘОЖ 539.12

Ә. Бәкіржанқызы, Г.Е. Тұрлыбекова, Ұ.Б. Әбдіманап
магистр, аға оқытушы, М. Әуезов атындағы ОҚУ, Шымкент, Қазақстан
оқытушы, М. Әуезов атындағы ОҚУ, Шымкент, Қазақстан
оқытушы, М. Әуезов атындағы ОҚУ, Шымкент, Қазақстан
*Корреспондент авторы: bakirzhankyzy.aigerim@gmail.com

ҮЛКЕН АДРОНДЫ КОЛЛАЙДЕРДІҢ ҒЫЛЫМДАҒЫ МАҢЫЗЫ

Түйін

Бұл мақалада бүкіл әлемде мыңдаған физиктердің элементар бөлшектерінің құрылымы мен өзара әрекеттесуін түсінудің біртұтас тәсілін іздеумен айналысудағы жөнінде ақпараттар мен маңыздылығы айтылады. Бұл пазлдағы соңғы жетіспейтін бөлік, 50 жыл бұрын болжанған және соңғы екі онжылдықта белсенді түрде іздестіріліп жатқан Хиггс бозоны жақында Швейцарияда табылды. Бұл жаңалық физикадағы маңызды жетістік болып табылады, бірақ көпшілігі оның рөлінің маңызын әлі нақты түсінбейді. Хиггс бозоны бөлшектер физикасының стандартты моделінің соңғы бөлігі болып табылады. Оның Әлемге қандай қатысы барын түсіну үшін Стандартты үлгіні әлемдегі барлық нәрсені басқаратын код ретінде қарастырайық. Компьютер коды бірлік пен нөлден тұратыны сияқты, біздің ғаламның коды да адамдар мен ауадан суға, планеталарға, жылуға, тіпті әлеуметтік желілерге дейін барлығын реттейтін заңдардан тұрады. Хиггс бозоны бұл кодта маңызды рөл атқарады, өйткені ол бөлшектердің өз массасын қалай алатынын түсіндіреді.

Кілттік сөздер: адронды коллайдер, Хиггс бозоны, кванттық деңгей, үлкен жарылыс, үдеткіш, бөлшектік үдеткіштер

Кіріспе.

Енді Хиггс бозоны не екенін және оның Әлемнің құрылымын түсінуімізде қандай рөл атқаратынын тереңірек қарастырайық. Эйнштейннің әйгілі $E=mc^2$ формуласы бізге масса мен энергияның бір заттың екі формасы екенін үйретеді. Бірақ мына бір қызық факт: қарапайым бөлшектердің бастапқыда массасы болмайды. Олар оны бүкіл Әлемге енетін Хиггс өрісімен өзара әрекеттесу арқылы алады. Бал арқылы өтетін қасық сияқты осы өріс арқылы өтетін бөлшектерді елестетіңіз. Бөлшек өріспен неғұрлым көп әрекеттессе, соғұрлым ол оған «жабысып» қалады, демек, массасы соғұрлым көп болады. Бұл өріссіз бөлшектердің «мәні» болмайды. Мысалы, егер электрон Хиггс өрісімен әрекеттеспесе, ол электрон болмас еді және бәрі мүлде басқаша көрінеді[1].

Хиггс өрісі «белсендірілгенде» немесе бұзылғанда, ол Хиггс бозонын тудырады — бұл ғаламның өзінің күйіндегі өзгерістерге берген жауабы іспетті. Ғалымдар дәл осы бөлшекті іздеді. Алайда, Хиггс бозонын табу – аса қиын міндет, өйткені ол септиллиондық секундтың бір бөлшегі ғана өмір сүреді, бұл оны зерттеушілер үшін дерлік көрінбейтін етеді. Оны анықтау үшін Швейцария жерінің астында орналасқан алып бөлшек үдеткіші – Үлкен адрондық коллайдер салынды. Ол бөлшектерді орасан зор жылдамдыққа дейін үдетіп, Хиггс бозонын анықтау үшін қажетті жағдайларды жасайды.

Алғашқы адрондық коллайдер (АК) 1971 жылы Еуропалық ядролық зерттеулер ұйымында (ЦЕРН) іске қосылып, ISR деп аталды. Ол салыстырмалы түрде ықшам болды — ұзындығы небәрі 943 метр, ал бөлшектерді 28 ГэВ энергияға дейін үдете алатын. Алайда, 80-жылдары бұл коллайдер жұмысын тоқтатты, ал кейінірек одан да қуатты құрылғы – БАК салынды, ол қазіргі уақытта әлемдегі ең күшті үдеткіш болып табылады.

Бұл жаңа коллайдер 2001 жылға дейін жұмыс істеді, содан кейін оны бүгінгі күнге дейін ең қуатты адрондық үдеткіш болып табылатын Үлкен адрондық коллайдер (ҰАК) алмастырды. БАК-тың жұмыс принципі – бөлшектерді электромагниттік өрістердің

көмегімен жарық жылдамдығына жуық жылдамдыққа дейін үдету. Ол «адрондық» деп аталады, өйткені ол күшті ядролық өзара әрекеттесуге ұшырайтын бөлшектер – адрондармен жұмыс істейді[2].

Үдеткіштің жұмыс істеу концепция қарапайым: протондарды жарық жылдамдығына жақын жылдамдыққа дейін үдетіп, оларды соқтығыстыру, содан кейін не болатынын бақылау.

1.Барлығы кәдімгі сутегі (H_2) баллонынан басталады.

2.Сутегі атомдарынан электрондар алынып тасталып, тек протондар қалады.

3.Бұл протондар бастапқы үдету кезеңі болып табылатын сызықтық үдеткішке жіберіледі.

4.Одан кейін олар бірнеше үдеткіштен өтеді: бустер, синхротрон және суперсинхротрон, мұнда олардың жылдамдығы жарық жылдамдығының 99,999997%-на дейін артады.

5.Соңында протондар ұзындығы 27 шақырымдық негізгі сақинаға түседі, онда олар қарама-қарсы бағытта қозғалады. Бұл процесті қуатты электромагниттер басқарады, олар:

- Протондарды үдетіп, қажетті жылдамдық береді.
- Олардың траекториясын иіп, бөлшектерді шеңбер бойымен қозғалуға мәжбүрлейді.
- Протондардың шоғырын ұстап, олардың шашырауын болдырмайды.

Екі қарама-қарсы шоғыр соқтығысқан кезде, ғаламның жаратылуына ұқсас, бірақ микроскопиялық деңгейде орасан зор энергия бөлінеді. Бұл құбылысты детекторлар тіркейді, оларды «фотоаппараттар» деп атауға болады, өйткені олар соқтығыс кезінде пайда болған ең ұсақ бөлшектерді де бейнелей алады[3].

1978 жылы кеңестік физик Анатолий Бугорский У-70 үдеткішіндегі бөлшек шоғырларының жолында абайсызда қалып қойды. Сәуленің оның басынан өтуі күйікке әкелді, бірақ ол тірі қалды, тек бір құлағының есту қабілетін жоғалтып, эпилепсияға шалдықты. Бірақ Үлкен адрондық коллайдердегі бөлшектердің энергиясы 200 есе жоғары, сондықтан мұндай жағдай орын алса, бас толықтай жойылып кетер еді.

Нәтижелер мен талқылаулар

Үлкен адрондық коллайдер – бұл жер астында орналасқан 27 шақырымдық алып сақина. Оның ішінде екі параллельді вакуумдық түтік бар, сол түтіктер арқылы бөлшектер қозғалады. Түтіктерді алып көк магниттер қоршап тұр, олар өте төмен температураға дейін салқындатылған. Бөлшектер үлкен жылдамдыққа дейін үдетіліп, соқтығысқаннан кейін, бұл құбылысты дұрыс тіркеу өте маңызды. Бұл үшін коллайдерде жоғары технологиялық детекторлар орнатылған. Шын мәнінде, олар – кванттық оқиғаларды тіркейтін алып «фотоаппараттар». Коллайдерде төрт негізгі детектор бар[4]:

- ATLAS – ең ұзын детектор (46 метр), дәл осы жерде Хиггс бозоны тіркелген.
- ALICE – ғалымдар мұнда Үлкен Жарылыстан кейінгі алғашқы сәттердің жағдайын қайта жасауға тырысады.
- LHCb – бұл детектор ғаламдағы материя мен антиматерия арасындағы асимметрияны зерттейді.
- CMS (Компакт мюондық соленоид) – атауына қарамастан, оның массасы Эйфель мұнарасымен бірдей, әрі дәл осы жерде ғалымдар үшін аса қызықты эксперименттер жүргізіледі.

Бұл детекторлар бірыңғай жүйе ретінде жұмыс істейді, онда әр бөлік өз міндетін атқарады:

- Пиксельдік және трек детекторлары – соқтығысқаннан кейінгі бөлшектердің траекториясын бақылайды.
- Калориметрлер – бөлшектерді тоқтатып, олардың энергиясын өлшейді.
- Мюондық қабаттар – барлық нәрсені тесіп өте алатын мюондарды тіркейді.

Бұл дәл бір уақыт машинасы сияқты: біз Әлемді 14 миллиард жыл бұрынғы, тіпті атомдар болмаған кездегідей көреміз. ALICE детекторының арқасында біз Үлкен Жарылыстан кейінгі алғашқы секундтың бөліктерінде протондар мен нейтрондардың болмағанын білеміз. Оның орнына, Ғалам кварк-глюон плазмасымен толтырылған еді. ALICE бұл жағдайды қайта жасау үшін затты 9 триллион градусқа дейін қыздырады — бұл Күннің

орталығынан 10 000 есе ыстық. Дәл осындай температурада материя Үлкен Жарылыстан кейінгі алғашқы сәттерде болған. Бірақ бұл үшін жай ғана протондар жеткіліксіз — олар тым жеңіл. Мұнда ең ауыр тұрақты элемент саналатын қорғасын ядролары соқтығыстырылады. Егер CMS детекторында жеңіл көліктер соғылса, ALICE-де Boeing-747 соқтығысады. Бұл соқтығыстардың нәтижесінде зат миллиондаған жаңа бөлшектерге ыдырайды[5].

Кванттық деңгейде таңғаларлық құбылыстар орын алады: жоғары энергия кезінде бұрын болмаған бөлшектер пайда болады. Мысалы, екі көлікті соқтығыстырғанда, нәтижесінде апельсиндер, алма және тіпті киви алсаңыз, қалай болар еді? Расымен де миға қонымсыз болып көрінуі мүмкін. Бұл физика заңдарының бұзылуы емес — жалпы масса өзгеріссіз қалады. Егер бастапқыда 1000 кг көлік болса, соқтығысудан кейін де 1000 кг басқа заттар қалады. Ғалымдар Ғаламның жаңа құпияларын ашуға көмектесетін сирек кездесетін бөлшектерді табу үшін секунд сайын миллиондаған соқтығыстар жасайды. Мұндай алапат массаны өңдеу үшін суперкомпьютер жасалды. Бұл жай ғана есептеу орталығы емес – ол ғылыми зерттеулердің нағыз жүрегіне айналды, өйткені деректерді талдау үлкен көлемдегі күшті қажет етеді. Бұл бөлменің көлемі өте үлкен және тіпті бөлмедегі температура айтарлықтай жоғары, өйткені бұл суперкомпьютерлер тоқтаусыз жұмыс істейді. Осыдан 30 жыл бұрын мұнда бір ғана сервер болған – онымен Интернеттің заманауи дәуірі басталды. Бұл жерде алғаш HTML, WWW және гипермәтін принципіннің өзі пайда болды. YouTube, Instagram, Netflix бейнелері, мемлекеттік қызметтер – мұның бәрі физиктердің бір-бірімен деректер алмасуға және ақпарат алмасуға деген ұмтылысынан туындаған болатын[6].

Коллайдерді жиі «нағыз деректердің көзі» деп атайды. Жыл сайын ол жүздеген петабайт ақпаратты шығарады және бұл үлкен есептеу қуаты тек ғылыми зерттеулерге ғана емес, сонымен қатар вакцина жасау сияқты практикалық мақсаттарға да қолданылғаны белгілі. Бұл ақпараттың барлығы сақталатын деректер орталығы, Будапешттегі ұқсас орталықпен бірге ғылыми мақсаттарға қызмет ететін және бүкіл әлем ғалымдарын байланыстыратын жаһандық желінің негізін құрайды. CMS – 3800, ALICE — 1800, LHCb - 1300, ATLAS – 3000 зерттеушімаман зерттеу жұмыстарын жүргізуде[7].

Қорытынды

Қанша алысқа ұмтылсақ та, мыңдаған жылдар бұрынғы адамдармен бірдей болып қала береміз — дәл сол физикалық мүмкіндіктер мен шектеулерге ие жандармыз. Тек өзгергені – біз өмір сүріп жатқан дәуір мен ғылымдағы жетістіктеріміз. Бұрын ғылым баяу дамыса, бүгінде ол жүйткіген пойыз секілді үдей түсуде. Бірақ біз бір күні біліміміздің шегіне жетіп, әрі қарайғы ашылымдар мүмкін болмайтын кезеңге келуіміз мүмкін. Тіпті егер біз бөлшектерді жарық жылдамдығына дейін үдете алатын машиналар жасасақ та, болашақта одан әрі даму мүмкін болмай қалуы ғажап емес. Фредерик Бардридтің бір қызықты пікірі бар: «Электроника бар, ал электрон бар. Адамдар электрониканы білді, бірақ оның негізінде не жатқанын — электронды ұзақ уақыт түсінген жоқ». Мүмкін бір күні массаны дәл жарық сияқты оңай өшіруді үйренеміз, содан кейін материя ғылыми фантастикалық фильмдердегідей әрекет ете басталуы да мүмкін. CERN-де орын алған барлық жетістіктер бірегей және тікелей коммерциялық немесе әскери пайдасы жоқ. Қаржылық тұрғыдан бұл мемлекетке ысырап болып көрінгенімен, ғылыми тұрғыдан алғанда бұл нағыз қазынаға толы сандық. Өйткені, дәл осы Үлкен адронды коллайдер арқылы адамзаттың ерте заманнан бері көкейінде жүрген сұрақтарға жауап табылады.

Әдебиеттер тізімі:

1. G.C. Jones David. Large Hadron Collider. Article History. 2025. no.3, P.1-5.
2. Christan Sutton. Higgs boson. The Editors of Encyclopedia Britannica. 2025. no.2, P. 10-15.
3. R. Anita. Science and the Large Hadron Collider: a probe into instrumentation, periodization and classification. Journal Dialectical Anthropology. 2012. Volume 36, P. 219-316.

4. Lyndon Evans. The Large Hadron Collider. Annual review of nuclear and particle science. 2011. Volume 61, P. 435-466.
5. А. Левин. Лобовое столкновение // «Популярная механика» 2007. **no.11**, С.181-194
6. M. Mattox Donald. The Foundations of Vacuum Coating Technology. Elsevier Inc., 2018. Second Edition, P.361
7. Nagamitsu Yoshimura. Vacuum Technology. Practice for Scientific Instruments. Springer; 2008. Second edition, P.353.

References

1. G.C. Jones David. Large Hadron Collider. Article History. 2025. no.3, R.1-5.
2. Christan Sutton. Higgs boson. The Editors of Encyclopedia Britannica. 2025. no.2, R. 10-15.
3. R. Anita. Science and the Large Hadron Collider: a probe into instrumentation, periodization and classification. Journal Dialectical Anthropology. 2012. Volume 36, R. 219-316.
4. Lyndon Evans. The Large Hadron Collider. Annual review of nuclear and particle science. 2011. Volume 61, R. 435-466.
- A. Levin. Lobovoe stolknovenie // «Populjarnaja mehanika» 2007. no.11, S.181-194
5. M. Mattox Donald. The Foundations of Vacuum Coating Technology. Elsevier Inc., 2018. Second Edition, R.361
6. Nagamitsu Yoshimura. Vacuum Technology. Practice for Scientific Instruments. Springer; 2008. Second edition, P.353.

А. Бакиржанкызы, Г.Е. Турлыбекова, У.Б. Абдиманап

магистр, старший преподаватель, ЮКУ им. М. Ауэзова, Шымкент, Казахстан

преподаватель, ЮКУ им. М. Ауэзова, Шымкент, Казахстан

преподаватель, ЮКУ им. М. Ауэзова, Шымкент, Казахстан

*Автор для корреспонденции: bakirzhankyzy.aigerim@gmail.com

ЗНАЧЕНИЕ БОЛЬШОГО АДРОННОГО КОЛЛАЙДЕРА В НАУКЕ

Аннотация

В этой статье представлена информация и подчеркивается важность работы тысяч физиков по всему миру над поиском единого подхода к пониманию структуры и взаимодействия элементарных частиц. Последняя недостающая часть этой головоломки — бозон Хиггса, предсказанный 50 лет назад и активно разыскиваемый на протяжении последних двух десятилетий, — недавно была обнаружена в Швейцарии. Это открытие является крупным прорывом в физике, но многие до сих пор не до конца понимают значимость его роли. Бозон Хиггса — это последняя часть Стандартной модели физики элементарных частиц. Чтобы понять, как это связано со Вселенной, давайте представим Стандартную модель как код, который управляет всем во Вселенной. Так же, как компьютерный код состоит из единиц и нулей, код нашей Вселенной состоит из законов, которые управляют всем: от людей и воздуха до воды, планет, тепла и даже социальных сетей. Бозон Хиггса играет решающую роль в этом коде, поскольку он объясняет, как частицы получают свою массу.

Ключевые слова: адронный коллайдер, Бозон Хиггса, квантовый уровень, Большой взрыв, ускоритель, ускорители частиц.

A. Bakirzhankyzy*, **G. E. Turlybekova**, **U. B. Abdimanap**
master, senior lecturer, M. Auezov SKU, Shymkent, Kazakhstan
teacher, M. Auezov SKU, Shymkent, Kazakhstan
teacher, M. Auezov SKU, Shymkent, Kazakhstan
***Corresponding author's email:** bakirzhankyzy.aigerim@gmail.com

THE IMPORTANCE OF THE LARGE HADRON COLLIDER IN SCIENCE

Abstract

This article provides information and insight into the work of thousands of physicists around the world in their quest to find a unified way to understand the structure and interactions of elementary particles. The final missing piece in this puzzle, the Higgs boson, predicted 50 years ago and actively sought for the past two decades, was recently discovered in Switzerland. The discovery is a major breakthrough in physics, but many still don't fully understand the significance of its role. The Higgs boson is the final piece of the Standard Model of particle physics. To understand how it relates to the Universe, think of the Standard Model as the code that governs everything in the universe. Just as computer code is made up of ones and zeros, the code for our universe is made up of laws that govern everything from people and air to water, planets, heat, and even social media. The Higgs boson plays a key role in this code because it explains how particles get their mass.

Keywords: Andron Collider, Higgs Bason, quantum level, Big Bang, accelerator, particle accelerators.