

Антиматерияны зерттеу және оларды пайдалану

ЖАРИЯЛАНДЫ
27.03.2025СІЛТЕМЕ
https://bilimger.kz/177263/

ӘОЖ 539.126

Антиматерияны зерттеу және оларды пайдалану

Әліби Жанболат Асылбекұлы, Ерсайынұлы Аян

Ш.Уәлиханов атындағы Көкшетау университеті

“Математика, Физика және Информатика” кафедрасының 1-курс студенттері

Ғылыми жетекшісі: **Шуюшбаева Нургуль Найзабековна**

Математика, физика және информатика кафедрасының профессоры, PhD,
Көкшетау қ., Қазақстан

Антиматерияны зерттеу және оларды пайдалану

Аңдатпа: Мақала антиматерия тақырыбына арналған. Оның теориялық түрде болжамы, алғаш пайда болуы және де ашқан ғалымдары туралы ақпараттармен танысасыздар. Антиматерияны зерттеген ғалымдар және олардың жетістіктері туралы білетін боласыздар. Антибөлшектердің мен бөлшектердің айырмашылығы, ұқсастығы және қасиеті мақала ішінде ғылыми түрде көрсетілген. Антиматерия біз білмеген және елестетпеген салада қолданылатын және не үшін деген сұрақтарға жауап алып физиканың ең құпия тақырыптарының біріне кішігірім зерттеу жүргізеледі. Мақала ішінде тек антибөлшектер емес тіпті антижұлдыздар туралы кішігірім теориялық ақпарат көрсетілген. Антибөлшектер негізі 3 түрлі жолмен және қандай жолмен екенінде білуге ұмтыласыздар. Жалпы бұл

мақалада антиматерияның физикалық қасиеттері, оны алу әдістері, қазіргі зерттеулер және болашақтағы ықтимал қолдану бағыттары қарастырылады. Болашақ энергия көзін көруге дайын болыңыздар.

Кілт сөздер: материя, антиматерия, теріс энергия, Үлкен Андронды Коллайдер, медицина

Аннотация: Статъя посвящена теме антивещества. Вы узнаете о его теоретическом предсказании, его первом появлении и учёных, его открывших. Вы узнаете об учёных, изучавших антивещество, и их достижениях. В статье с научной точки зрения показаны различия, сходства и свойства античастиц и частиц. Проведено небольшое исследование одной из самых секретных тем физики, отвечающее на вопросы, почему и как антивещество используется в областях, которые мы не знаем и не представляем. Статъя содержит немного теоретической информации не только об античастицах, но и об антизвездах. Античастицы основаны на трех разных способах, и вы хотите знать, на каком. В целом в этой статье обсуждаются физические свойства антиматерии, методы ее производства, текущие исследования и возможные направления будущего применения. Будьте готовы увидеть будущий источник энергии.

Ключовые слова: материя, антиматерия, отрицательная энергия, Большой Андронный Коллайдер, медицина.

Abstract: The article is dedicated to the topic of antimatter. You will learn about its theoretical prediction, its first appearance and the scientists who discovered it. You will learn about the scientists who studied antimatter and their achievements. The article shows the differences, similarities and properties of antiparticles and particles from a scientific point of view. A small study of one of the most secret topics of physics is conducted, answering the questions of why and how antimatter is used in areas that we do not know and do not imagine. The article contains some theoretical information not only about antiparticles, but also about antistars. Antiparticles are based on three different methods, and you want to know which one. In general, this article

discusses the physical properties of antimatter, methods of its production, current research and possible areas of future application. Get ready to see the future source of energy.

Key words: matter, antimatter, negative energy, The Large Hadron Collider, medicine

Антиматерия деген не және оны қалай алады?

Бұл түсінік Ньютоннан келді, ол кеңістікті заттардың сыйымдылығы, ал уақытты оқиғалардың сыйымдылығы деп санады. Бірақ материяны кеңістік пен уақыттың қасиеттерін анықтайтын нәрсе ретінде де қарастыруға болады. Бұл түсінік Лейбництен келді, содан кейін Эйнштейннің салыстырмалылық теориясында көрініс тапты. Физикалық құбылыстар-материяның әртүрлі формаларында болатын өзгерістер [1]. Қазіргі таңда қарапайым адамдар физика ғылымының ең төменгі деңгейіндегі ақпаратты ғана біледі. Иә, әркім тек өзіне керегін білгені де дұрыс. Бірақ мақаладағы тақырып адамзат тарихындағы үлкен жетістіктердің бірі болып саналады. Әрине бұл айтылған сөздердің барлығы «Антиматерия» немесе «Антизат» атымен аталатын ерекше бөлшек туралы. Бұл бөлшектер бүкіл дүниежүзіндегі ең сирек материалдар болып саналады. Оны тапқаннан кейін оны сақтау тағы бір мәселе. Себебі ол материалдар өздеріне қарсы бөлшектермен қосылып бір-бірін жояды. Оларды арнайы магниттік тұзақтарда сақтайды(1-сурет).



1-сурет. Жабық магнитті тұзақ

Дәлірек айтқанда, антиматерияның бар екенін Швейцариядан шыққан ағылшын физигі теоретик Пол Дирак болжаған — 1928 жылы ол электронды сипаттау үшін теңдеу шығарды, ол үшін 1933 жылы физика бойынша Нобель сыйлығын алды (оны Эрвин Шредингермен «Атом энергиясының жаңа өнімді түрлерін ашқаны үшін» ресми тұжырымымен бөлісті). Дирак теңдеуі энергияның теріс мәнін және теріс массасын есептеуге мүмкіндік береді. Математикалық тұрғыдан алғанда, бұл мүмкін, бірақ физикалық заңдарды сақтауда көптеген қиындықтар

туғызады. Демек, электронның массасындай бөлшек болуы керек, бірақ электр зарядына қарама-қарсы. Бұл бөлшекті 1932 жылы американдық эксперименталды физик Карл Дэвид Андерсон ашты, ол үшін 1936 жылы физика бойынша Нобель сыйлығына ие болды. Антиматериялар біз білетін материялармен дәлме-дәл ұқсас болып келеді, яғни олардың массалары бірдей, ал энергиялары қарама-қарсы (таңбалары қарама-қарсы). Осы уақытқа дейін антиматерияның 3 түрі ғана табылды. Олар **позитрон**(электронның теріс бөлшегі),**антипротон**(протонның теріс бөлшегі),**антинейтрон**(нейтронның теріс бөлшегі). Бұл бөлшектер бүкіл әлем бойынша ең құнды заттардың бірі болып саналады. Ғалымдардың пайымдауынша 1 грамм антиматерия 63,5 трлн АҚШ долларына тең деп пайымдады. Жоғарыда аталған барлық антиматериялар қарапайым бөлшектермен бірдей сипаттамаларға ие, бірақ олардың қарама-қарсы электр заряды бар. Яғни, антипротондар теріс зарядталған, олардың «қарапайым» егіздерінен айырмашылығы позитрондар оң зарядталған, бұл оларды теріс зарядталған электрондардан ерекшелендіреді. Нейтронның өзі антибөлшек болып табылады өйткені оның заряды жоқ? Деген тұжырымдар болған. Бірақ-та антинейтрондар да бар. Неге? Мәселе мынада, нейтрондар кварктардан тұрады (протондар сияқты), ал кварктардың да антинейтронды құрайтын антикварк бөлшектері бар. Сонымен қатар, нейтрон мен антинейтрон кездескен кезде екеуі де жойылады, өйткені бұл бөлшектер мен антибөлшектерден шығуы керек. Көпшіліктің жиі қоятын сұрағы бар. Ол «Бұл бөлшектерді қайдан алады?». Бұл сұрақ біраз адамды ойландыруы мүмкін. Себебі жоғарыда айтылғандай антиматериялар табиғатта өте сирек кездеседі, алайда адамдар «Ол туралы ақпараттарды қалай алды?» деген сұрақты қойды. Міне осы кезде былай деп жауап беруге болады. Антибөлшектер белсенді галактикалардың ядроларында үдеткіштер сияқты — бөлшектермен бірге түзіледі. Бірақ одан кейін бөлшектер мен антибөлшектер соқтығысқан кезде жойылады. Белгілі болғандай, антиматерия, дәлірек айтсақ, антибөлшектер жерде үш жағдайда кездеседі. Біріншіден, олар атмосфераның жоғарғы қабаттарында (бөлшектер масштабында) жоғары энергияға ие ғарыштық сәулелердің әсерінен пайда болады және олар

жер бөлшектерімен кездескенде зарядталған бөлшектердің үдеткіштеріндегі процестерге ұқсас процестер жүреді. Екіншіден, антибөлшектер найзағай түскенде пайда болады. Найзағай разряды да табиғи реактордың бір түрі. Найзағай түскенде пайда болатын гамма-кванттар атмосфералық азоттан бір нейтронды шығару үшін жеткілікті күшті энергияға ие. Осылайша тұрақсыз азот изотопы ^{13}N түзіледі. Оның жартылай шығарылу кезеңі 10 минуттан аз, яғни азот-13-тен көміртегі-13-ке дейін ыдырау кезінде позитрон шығарудың ең белсенді кезеңі өте қысқа мерзімге келеді. Дәл осындай, адам стандарттары бойынша өте қысқа, бірақ бөлшектер стандарттары бойынша тым ұзақ төмен энергиялы гамма-сәулелену кезеңін Жапон ғалымдары байқады. Олар найзағай разрядынан гамма — сәулеленудің үш жарылысын тіркеді, ал соңғысы шамамен бір минутқа созылды, олар күдікті болып көрінді — бұл электрон-позитрон жұптарының жойылу сигналы болды. Үшіншіден, антибөлшектер үдеткіштерде пайда болады, көбінесе басқа эксперименттердің жанама өнімі ретінде.

- Қазір ғылыми әлемде коллайдерлерде антибөлшектерді байқау енді ешкімді дүр сілкіндірмейді. Жұмбақтар антибөлшектердің бар екендігіне байланысты емес, бірақ үдеткіштерде олар бөлшектермен тең қатынаста пайда болады деп есептегенде, олар ғаламда неге соншалықты аз? Ғаламның алғашқы кезеңдерінде бөлшектер мен антибөлшектер арасындағы симметрия бұзылған деп болжануда. Бөлшектердің басым болуы 1 миллиард бөлшек-антибөлшек жұбына 1 бөлшек ретінде бағаланады. Бөлшектермен кездескенде барлық дерлік антибөлшектер жойылды, сондықтан біз олардың өте аз мөлшерін байқаймыз. Мүмкін, алғашқы ғаламдағы Симметрияның бұзылуы кварктардың үш буынының болуына байланысты қысқа өмір сүретін бөлшектердің К-мезондар сияқты қасиеттерінің айырмашылығымен және материя мен антиматерияның қасиеттерінің айырмашылығымен байланысты болуы мүмкін. Мүмкін, бұл қандай да бір жолмен сүйкімді мезондармен байланысты болуы мүмкін — бұл екі күй арасында ауыса алатын

қысқа өмір сүретін бөлшектер: бөлшектер мен антибөлшектер. Бұны 2021 жылдың маусымында Оксфорд ғалымдары анықтады. Қалай болғанда да, теориядағы бүкіл көрінетін әлем бөлшектерден тұрады. Кем дегенде, бізге қол жетімді әлем — бұл материя. Сонымен қатар, бөлшектердің барлық үлкен түрлерінен бүкіл әлем тек үшеуінен ғана тұрады: екеуі нуклондар: протон және нейтрон (нуклондар деп аталады, өйткені олар атом ядросын құрайды) және атомның сыртқы қабығында электрондар. Бұл құбылыс — бөлшектерге қарай қисаю-ғаламның бариондық асимметриясы деп аталады. Бариондар-бұл протондар мен нейтрондарды қамтитын ауыр бөлшектер. Сонымен қатар, бариондарға кварктардан тұратын басқа ауыр бөлшектер жатады. Әр барионның сәйкес антикварктардан тұратын антибарионы бар. Бірақ бұл бөлшектердің барлығы өте қысқа өмір сүреді, сондықтан оларды біржола қолданбау керек. Бариондық асимметрия тек космология мен бөлшектер физикасы туралы мәселе. Егер Бариондар мен антибариондар тең болса және материя мен антиматерия арасында қасиеттер арасында ешқандай айырмашылық болмаса, 1967 жылы академик Андрей Сахаров көрсеткендей, бүкіл ғалам радиацияға айналар еді — бұл болмағаны анық. Бірақ, мүмкін, материя мен антиматерия алғашқы ғаламда «араласпаған» және әр түрлі бағытта ұшып кеткен болуы мүмкін — біздің бұрышта материя басым, ал бір жерде антистар антигалактиканы құрайтын аймақтар бар ма? Бұл теориялық тұрғыдан мүмкін, бірақ өте екіталай, өйткені ерте ғаламның тығыздығы тым үлкен болғандықтан, үлкен тромбтар әр түрлі бағытта ұшып кете алмады. Дегенмен, антижұлдыздарды іздейді. Оларды анықтау үшін антигелий ядроларын тіркеу керек, өйткені тек антигелий ғарыштық сәулелердің әсерінен пайда болмауын қамтамасыз ете алады — антипротондар мен антинейтрондар (ауыр сутегі — дейтерий изотопының ядросы антипротоннан және антинейтроннан тұрады) бұған кепілдік бере алмайды. Бірақ антигелийдің ядросы кездейсоқ» жинала »

алмайды, сондықтан егер ол тіркелсе, ол бізге антистардың термоядролық реакцияларының өнімі ретінде ұшып келді. Мақаланың бұл бөлігі антиматерия туралы және оны қалай табу керек туралы ақпарат берсе, онда ары қарай оқығандарыңыз жөн. Себебі ары-қарай сіздерде күтпеген таңғажайып мағұлматтар күтеді.

Антизаттарды өмірде қалай қолданамыз?

Жойылу энергиясын (аннигиляция) әскери мақсатта немесе энергетика саласында пайдалану өте тиімді көрінеді, бірақ оны қолдану нәтижесі бірден көрінбейді. Мұның себебі бірдей-антибөлшектерден антиматерия жасау өте қымбат, сонымен қатар олардың өте қысқа «жарамдылық мерзімі» бар. Ғарышқа ұшу немесе қалаларды жарықтандыру үшін энергия өндіру үшін антиматерия өндіріліп қана қоймай, қандай да бір жолмен сақталуы және пайдаланылуы мүмкін жерге жеткізілуі керек. Бірақ қазір антиматерияны өнеркәсіптік өндіру, сақтау және пайдалану мүмкіндігі туралы зерттеулер жүргізілмейді. Себебі ғалымдар антизатты көп мөлшерде өндіруге тәуекелденбейді. Антизатпен қарапайым заттың қосылуы үлкен энергиялық жарылысқа әкеледі. Осы күнге дейін аса қауіпті жойылу энергиясы ешбір зерттеуде тіркелмеді. Өйткені бір-бірімен қосылған бөлшектердің массасы, көлемі және энергиясы неғұрлым аз болды. Алайда оның радиациясы өмір сүру үшін кері әсерін тигізуі мүмкін деген теорияларды ескеру керек. Қазіргі таңдағы жас ғалымдар өте қызық пайымдау жасады. Ол былай естіледі: Егер 1 кг антиматерия мен 1 кг материя өте үлкен жылдамдықпен келіп соғысса, Жер бетінде бұрын соңды болмаған қуатты жарылыс болады деп есептейді. Оның жарылыс қуаты жер бетіне бұрын соңды тасталған 1961 жылғы КСРО-ның «Царь бомба» деп аталатын термоядролық бомбасынан да небәрі қуатты деп есептелген. «Царь бомба» термоядролық бомбасының жарылыс қуаты 58,6 мегатонна болған. Недеген үлкен сандар десеңізші. Сол себептен ғалымдар бұл материалды әскери салада қолданбайды. Әрине бұл қауіпті дүниелерден біз пайдалы нәрселер алып отырмыз. Позитронды-

эмиссиялық томография немесе ПЭТ деп аталатын адамның немесе жануардың ішкі мүшелерін зерттеу әдісі позитронды электрондардың антибөлшектерін шығаруға негізделген. Науқастың денесіне радиофармацевтикалық препарат деп аталатын арнайы зат енгізіледі. Оның құрамында радионуклид бар, яғни атомның ядросы тұрақсыз зат (лат. nucleus-ядро), әдетте бұл үшін төрт элементтің жеңіл изотоптары қолданылады — көміртегі, азот, оттегі және фтор. Бұл изотоптар тұрақты атомға қарағанда бір нейтронға аз, ал уақыт өте келе-тұрмыстық стандарттар бойынша өте қысқа-бұл атом эмиссиямен ыдырайды: протон нейтронға айналады және позитрон мен электронды нейтрино шығарады. Біз позитрондан басқалардың бәрін қалдырамыз. Ол өте тез төмен энергияға дейін «салқындайды» және науқастың денесінде электронмен кездеседі. Жұп қарама-қарсы бағытта ұшатын екі гамма-кванттың шығарылуымен жойылады. Науқастың айналасында орналасқан детекторлар бұл кванттарды тіркейді және олар бір түзу сызықпен ұшатындықтан, олардың қай жерден кеткенін есептеу өте қиын емес. ПЭТ сканерлеу кезінде фтор-18 радиоактивті изотопын қолданған жөн, өйткені оның жартылай шығарылу кезеңі өте ұзақ (яғни фтор-18 атомдарының жартысы оттегіге айналатын уақыт) — 109,8 минут және пациенттің салыстырмалы түрде төмен дозалық жүктемесі: жойылған кезде пайда болатын гамма-кванттар зиянсыз емес. Мысалы, қатерлі ісік диагнозы қойылған кезде пациентке құрамында радионуклид бар аз мөлшерде глюкоза (фтородезоксиглюкоза — FDG) беріледі. Қатерлі ісік жасушалары бақылаусыз бөлінетіндіктен және бұл үшін энергия қажет болғандықтан, олар глюкозаны көп мөлшерде сіңіреді. Қатерлі ісік жасушаларында глюкозаның концентрациясы қатерлі ісікте позитрондардың шығарылуының жоғарылауына әкеледі. Яғни, оны ПЭТ сканерлерімен визуализациялауға мүмкіндік береді. Позитронды-эмиссиялық томография зиянсыз емес-FDG көмегімен стандартты ПЭТ сканерлеу кезінде сәулелену дозасы 14 миллизивертке (мЗв) тең. Салыстыру үшін, бұл стандартты биіктікте жолаушылар лайнерінде 4500 сағаттан астам ұшудың жалпы сәулеленуі немесе Ресей стандарттары бойынша қауіпсіз жылдық сәулелену дозасының 70% (немесе МАГАТЭ

стандарттары бойынша қауіпсіз жылдық дозаның 28%). Бірақ позитрон-электронды жұптың жойылуы зақым келтіре алмайды немесе өлтіре алмайды. Бұл материалдарды энергетикада қолданудың тағы жолы бар. Антиматериялық катализделген ядролық импульстік қозғалтқыш жүйесі (сонымен қатар антипротондық катализделген ядролық импульстік қондырғы) — бұл отын әдетте критикалық массасы болмаған кезде қозғалысқа келтіру үшін ядролық тізбекті реакцияны бастау үшін ядролық отын массасына антиматериалды енгізуге негізделген ядролық импульстік қозғалтқыш жүйесінің бір түрі. Техникалық тұрғыдан бұл процесс «катализденетін» реакция емес, өйткені реакцияны бастау үшін қолданылатын антипротондар (антиматерия) жұмсалады; егер олар катализатор ретінде болса, бөлшектер процесте өзгеріссіз қалады және одан әрі реакцияларды бастау үшін қолданылады. Реакция кезінде антиматериялық бөлшектер пайда болуы мүмкін болса да, олар тізбекті реакцияларды бастау немесе қолдау үшін пайдаланылмайды [2]. Алайда антиматериядан энергия алу мақсатында термоядролық тәжірбилер көптеп жүргізілуде. Антиматериялық катализаторы бар термоядролық жарылғыш құрылғының тұжырымдамалық дизайны-бұл әдеттегі термоядролық Теллер-Улам жарылысында тұтану үшін қажет плутонийдің бастапқы массасы бір микрограмм сутегімен ауыстырылатын құрылғы. Бұл теориялық дизайнда антиматерия гелиймен салқындалатылады және құрылғының ортасында диаметрі миллиметрдің оннан бір бөлігі болатын түйіршік түрінде магнитті көтеріледі, бұл пирог/пуф құрылымындағы бастапқы бөліну ядросына ұқсас. [2][3]. Антиматерия қалыпты заттан қажетті жарылыс сәтіне дейін қалуы керек болғандықтан, орталық түйіршік 100 грамм термоядролық отынның айналасындағы қуыс сферадан оқшаулануы керек. Жоғары жарылғыш линзалармен жарылғыш сығымдау кезінде және одан кейін термоядролық отын сутегіге қарсы жанасады. Пеннинг тұзағы жойылғаннан кейін көп ұзамай басталатын жойылу реакциялары термоядролық отындағы ядролық синтезді бастау үшін энергияны қамтамасыз етуі керек. Егер таңдалған сығымдау коэффициенті жоғары болса, онда жарылғыш/пульсациялық әсері жоғары құрылғы алынады, ал егер төмен болса, яғни отынның

тығыздығы жоғары болмаса, онда нейтрондардың едәуір мөлшері құрылғыдан ұшып, нейтрондық бомба пайда болады. Екі жағдайда да электромагниттік импульстің әсері және радиоактивті жауын-шашын әдеттегі бөлу құрылғысына немесе бірдей қуаты бар Теллер-Уламға қарағанда айтарлықтай төмен, шамамен 1 кт. 2005 жылы бір термоядролық жарылысты бастау үшін қажет антипротондардың саны 10¹⁸ деп есептелді, бұл сутегіге қарсы микрограмм мөлшерін білдіреді [5]. Бір жыл ішінде антипротонның жалпы әлемдік өндірісі нанограммаларды құрайды. Пенсильвания штатының университетіндегі антиматериялық тұзақ (Mark 1 нұсқасы) шамамен 168 сағат бойы 10 миллиард сақтауға қабілетті. ICAR жобасы 1 миллиграмм антипротондарды өндірудің ықтимал құнын 100 миллиард долларға бағалайды [6].

Қорытындылай келе, антиматерия туралы және оны қалай табу керек туралы ақпараттар жинақталып, жүйеленді.

Әдебиеттер:

[1] Виктор Де Кастро. *PRO Антиматерию* (2015)

[2] Kircher, Scott. *Antimatter: Fission/Fusion Drive* (2 июля 2021).

[3] David Olson, Pat Lee. *Nuclear Fusion* (10 июня 2010)

[4] *The Nuclear Weapon Archive. 1.5.3 The Alarm Clock/Sloika*

[5] Gsponer, Andre; Hurni, Jean-Pierre. *Antimatter induced fusion and thermonuclear explosions* (2005).

[6] Obousy, Richard K. *Project Icarus: Antimatter Catalyzed Fusion Propulsion For Interstellar Missions Part 3. Antimatter Catalyzed Fusion Propulsion For Interstellar Missions* (2018).

ҚМ АА Куәлік нөмірі: **KZ45VPY00102718** — ҚР Мәдениет және Ақпарат министрлігі

© 2026 **Bilimger.kz** Ақпараттық-танымдық білім порталы. Барлық мазмұн авторлық құқықпен қорғалған.