

Дәрістің жоспары:

1. Пульсарларды бақылау
2. Гамма-сәулелік (γ) пульсарлар
3. Рентгендік пульсарлар
4. Қазіргі пульсарлық зерттеулер
5. Әдебиеттер тізімі

Пульсар – магниттік полюстерінен электромагниттік сәулелену шоқтарын шығаратын жоғары магниттелген айналмалы нейтрондық жұлдыз. Бұл сәулеленуді сәулелену сәулесі Жерге бағытталған кезде ғана байқауға болады (маякты тек жарық бағытталған кезде ғана көруге болатын сияқты). бақылаушыға қарай) және ол сәулеленудің импульстік пайда болуына жауап береді. Нейтрондық жұлдыздар өте тығыз және қысқа, тұрақты айналуды периодтары бар. Бұл жеке пульсар үшін миллисекундтан секундқа дейін болатын импульстар арасындағы өте дәл интервалды қамтамасыз етеді. Пульсарлар ультра жоғары энергия ғарыштық сәулелердің көзі рөліне үміткерлердің бірі болып табылады.

Пульсарларды 1967 жылы Джоселин Белл мен Энтони Хьюиш кездейсоқ ашқан. Белл мен Хьюиш алыс галактикаларды зерттеп, телескоп арқылы аспандағы радиацияның шамалы импульсін байқады. Дегенмен, ашылған кезде ғалымдар бұл жерден тыс өркениеттің қайнар көзі болуы мүмкін деп шешті және бұл импульстарды Кішкентай жасыл адам 1 (LGM1) деп атады. Бұл импульстарды терең зерттеу олардың жерден тыс өркениетке жатпайтынын және адамдар жасамағанын көрсетті. Олар кейін пульсарлар шығаратындықтан пульсарлар деп аталды. Оның үстіне, бастапқыда Белл мен Хьюиш ашқан пульсар енді PSR B1919+21 деп белгіленді, мұнда PSR пульсирленген радио көзін білдіреді және B1919+21 пульсардың аспандағы орнын білдіреді. Пульсарлар бастапқыда радиокөз ретінде табылғанымен, олар қазір оптикалық, рентгендік және γ -сәулелік телескоптардың көмегімен бақыланады және анықталады.

Пульсарларды айналмалы нейтрондық жұлдыздар деп те атайды, оларда сәулелену импульстары жиі үзілістермен пайда болады – миллисекундтардан (миллисекундтық пульсарлар) секундтарға (тұрақты пульсарлар). Жалпы, екі дәйекті импульс арасындағы уақыт аралығы пульсарлық кезең деп аталады. Көптеген жағдайларда бір секундтық периодтар пульсарларға тән, ал басқа жағдайларда бірнеше миллисекундтан сегіз секундқа дейінгі кезеңдер байқалды (Гоббс, н.д.). Дегенмен, екі импульс арасындағы уақыт айырмашылығы өте тұрақты және оны дәл өлшеуге болады. Барлық радиопульсарлардың кезеңдері уақыт өте баяу өседі. Мысалы, PSR J1603-7202 пульсарының периоды 0,0148419520154668 секунд болатыны белгілі, ол миллион жыл сайын 0,0000005 секундқа артады.

Бұл пульсарлар құруға көмектесетін күшті магнит өрістерін қамтиды екі магниттік полюсі бар бөлшектердің воронка тәрізді ағыны. Оның үстіне рахмет

Бөлшектердің шұңқыр тәріздес ағындарының күшеюі күшті жасайды жарық сәулелері. Дегенмен, кейде сәуле бөлшектер ол байланысқан жұлдыздың айналуымен бірге тасымалданады. Біздің көзқарасымыздан пульсардың белсенділігі нейтрондық жұлдыздың айналуына байланысты пульсацияланған болып көрінеді, бұл магнит өрісі тудыратын жарық шоғырының біздің көру сызығына жүйелі түрде кіріп-шығуына себеп болады. Оның белсенділігін маяк механизмімен түсіндіруге болады, онда жарық өз осінің айналасында дәйекті түрде айналу кезінде түні бойы тұрақты болады.

Пульсарларды бақылау

Пульсарларды бақылау көбіне бірнеше минуттан он екі сағатқа дейін созылады. Заманауи технологияның көмегімен ғалымдар қазір компьютерлік жүйеге қосылған дауыс зорайтқыш арқылы пульсарлардың дауысын ести алады.

Әдетте, ең жоғары жиілікті импульстар пульсар мен Жер арасындағы кеңістікке байланысты телескопқа төменгі жиілікті импульстерге қарағанда сәл ертерек жетеді, импульсті құрайтын әртүрлі жиіліктер осы орта арқылы әртүрлі жылдамдықпен қозғалады, көбінесе импульстік орта деп аталады. Жас пульсарлар біздің Құс жолы галактикасының жазықтығында байқалады, ал ең жас пульсарлар супернова фрагменттерінің арасында, бұл олардың массивтік жұлдыздың жарылысы кезінде «туылған» болуы мүмкін дегенді білдіреді.

Бұл жаңа пульсарлар ғарышта орасан зор жылдамдықпен қозғалады, бұл реактивті ұшақтан 4000 есе жылдамырақ. Бұл жылдамырақ пульсарлар енді Жер орбитасына жетпейтіндігі байқалды, өйткені олар галактикадан шығып, әртүрлі галактикалар арасындағы кеңістікке барады, бақылау мүмкін емес болады, ал басқа пульсарлар баяулайды және Құс жолы жазықтығына оралады және өмірінің соңына дейін оның айналасында айналады.

Біздің Құс жолындағы көптеген жұлдыздар басқа жұлдызмен орбитада болғандықтан, көптеген пульсарлар екілік жүйелерде де кездеседі. Көбінесе бұл пульсарлар жұлдыздардың басқа түрлерімен, планеталармен, ақ ергежейлі жұлдыздармен, нейтрондық жұлдыздармен немесе тіпті басқа пульсарлармен бірге айналады.

Ғалымдардың айтуынша, нейтрондық жұлдыздардың құрамында Жердің магнит өрісінен шамамен триллион есе артық күшті және қуатты магнит өрісі бар. Бұл жағдайда магнит өрісінің осі нейтрондық жұлдыздың айналу осімен сәйкес келмейді, ол көбінесе триллион вольттан асатын күшті электр өрісін жасайды. Бұл күшті электр өрістері сәулеленудің екі түрін тудыратын жоғары электрон жылдамдығын тудырады. Біріншіден, бұл электрондар дәйекті плазма ретінде әрекет етеді, радио сәулеленуді жасайды, екіншіден, бұл жоғары реактивті электрондар фотондармен немесе магнит өрісімен әрекеттесіп, оптикалық, рентгендік және γ -сәулелерін қоса алғанда, жоғары энергиялы сәулеленуді жасайды. Дегенмен, екі әрекет тетіктері әлі толық түсінілмеген және радиация магниттік полюстерден жоғары жерде пайда болады деп есептеледі. Екілік жүйедегі пульсардың қозғалысын зерттеу маңызды, бұл астрономдарға пульсармен, оның аналогымен және оның орбитасымен байланысты көптеген статистиканы анықтауға мүмкіндік береді. Кейбір жағдайларда пульсардың массасы біздің Күннің массасынан бір жарым есе көп екені анықталды және нақты әлемдегі сценариймен салыстыру үшін, егер біз

оны Жер бетіне түсірсек, бір шай қасық пульсарлық материалдың салмағы миллиард тоннаға жетеді.

Нейтрондық жұлдыздардың бар екенін алғаш рет 1934 жылы екі ғалым Уолтер Бааде және Фриц Цвики құжаттаған. Олардың болжамы бойынша, нейтрондық жұлдыздардың пайда болуы суперновалар өздерінің тартылыс күшінің әсерінен жарылғанда болады. Одан әрі олар барлық отын көздері таусылғаннан кейін бұл жұлдыздар кішкентай ақ ергежейлілерге айналатынын көрсетті. Керісінше, Күннен үлкен салыстырмалы түрде үлкен жұлдыздар супернованың жарылысынан кейін нейтрондық жұлдыздарға айналады, ал одан да үлкен жұлдыздар жарылыстан кейін қара тесіктерге айналады. Бұған қоса, нейтрондық жұлдыздарды телескоптар арқылы анықтау қиынға соғатыны хабарланды. Сонымен қатар, бұл нейтрондық жұлдыздар өте тығыз және үлкен жылдамдықпен кіші радиуста (шамамен 10 км) айналады және салыстырмалы түрде үлкен магнит өрісін тудырады. Сонымен қатар, зарядталған бөлшектер магнит өрісі арқылы қозғалған кезде магнит полюстері арқылы сәулелену сәулелері пайда болады. Бұл радиация сәулелері кейін бүкіл кеңістікке таралып, кеңістікте жарық сәулесін жасайды, бұл маяк үлгісін жасайды. Осылайша, пульсар үшін ең қолайлы түсініктеме - бұл жоғары жылдамдықпен айналатын және магнит осі бойымен үздіксіз радио толқындарын шығаратын нейтрондық жұлдыз.

Дегенмен, барлық нейтрондық жұлдыздар пульсарлар болып саналмайды. Мысалы, кейбір нейтрондық жұлдыздар ешқашан анықталмауы мүмкін. Керісінше, басқа нейтрондық жұлдыздар бұрын пульсарлар ретінде әрекет етуі мүмкін, бірақ олар энергия деңгейінің төмендеуіне байланысты радиация сәулелерін шығармауы мүмкін, бұл осы нейтрондық жұлдыздардың анықталуына шектеу қоюы мүмкін.

Пульсарлардың түрлері

Пульсарлардың екі негізгі түрі бар: *тұрақты* және *миллисекундтық пульсарлар*. Барлық миллисекундтық пульсарлар пульсар пайда болатын басқа жұлдыздың орбитасында болады, материя көрші жұлдыздан пульсарға тартылады деп болжанады. Дегенмен, бұл процесс кезінде пульсарлар миллисекундтық пульсарлардың біріне айналғанша жоғары жылдамдықпен айналады, ал серік жұлдыз өліп, бастапқы өлшеміне байланысты ақ ергежейлі, нейтрондық жұлдыз немесе қара құрдымға айналады.

Сонымен қатар, егер серік жұлдыз пульсардың айналасындағы орбитада қалса, миллисекундтық пульсарлардың қосарланған жүйесі пайда болуы мүмкін. Пульсарлардың осы екі негізгі түрінен басқа, γ -пульсарлар мен рентгендік пульсарлар деген түрлері бар.

Гамма-сәулелік (γ) пульсарлар

Ғалымдар астрономиядағы γ -сәулелерінің бастапқы нүктелік көздері пульсарлар екенін анықтады. Бұл γ -сәулелік пульсарлар Crab және Vela пульсарлары ашылғаннан кейін бірнеше жылдан кейін байқалды. Магнитосфераны айналып өтетін бөлшектердің салыстырмалы түрде жоғары жылдамдықтары жоғары энергия деңгейлерін тудырады, осылайша γ -сәулелік пульсарларды жасайды. Ұлттық аэроавтика және ғарыш басқармасының мәліметі бойынша, 2010 жылдың соңына қарай радиоқабылдағыш көмегімен

1500-ден астам пульсарлар табылды, ал одан да көп пульсарлар алдағы жылдары ашылады. Бір қызығы, қазіргі кезде табылған пульсарлардың 2/3 астамын Паркс радиотелескобы, Пуэрто-Рикодағы Аресибо радиотелескобы, АҚШ-тағы Жасыл Банк телескопы, Австралиядағы Молонгло телескопы және Англиядағы Джодрелл банк телескопы арқылы ашылды. Алайда олардың 70-ке жуығы ғана γ -сәулелік пульсарлар екені анықталды.

Гамма (γ)-телескоптардың көмегімен бақылаулар тек қана жақын маңдағы жылдамдығы жоғары және салыстырмалы түрде үлкен магнит өрісі бар пульсарларды анықтауға мүмкіндік берді. Пульсардың айналу энергиясын жоғалтуы, сайып келгенде, электромагниттік спектрде сәулелену ретінде көрінетіні расталды. Сонымен қатар, пульсарлардың айналуына салыстырмалы түрде көбірек уақыт кететіндіктен, γ -сәулелерінің сәуле шығару қабілеті уақыт өте азаяды. Жарық қисығының қалай түзілетінін дәлірек бағалау үшін γ -сәуле энергиясының таралуы да, пульсардың жарық қисығы да бірдей маңызды. Қажетті ақпарат алғаннан кейін γ -сәулеленуінің және сәулеленуінің егжей-тегжейлі үлгілерін түсінуге болады.

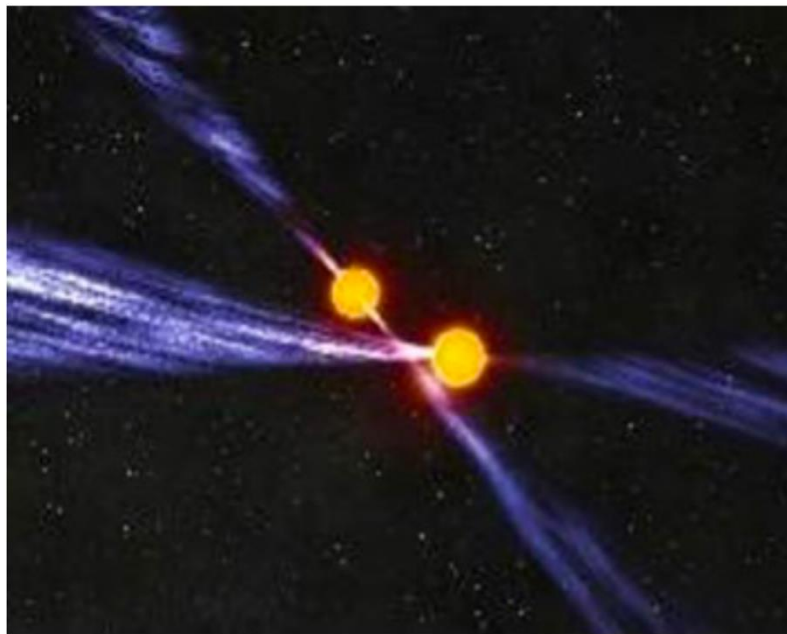
Рентгендік пульсарлар

Барлық пульсарлар нейтрондық жұлдыздар деп саналғанымен, барлық нейтрондық жұлдыздар пульсарлар болып саналмайды. Рентгендік пульсарлар пульсардың шығарындыларына, соның ішінде магнитосфералық эмиссияларға, нейтрондық жұлдыздардың салқындауы мен аккрециясына қарай жіктеледі. γ -пульсарлар сияқты, рентгендік пульсарлар да нейтрондық жұлдыздың магниттік полюстерінің үстіндегі магнит өрісі аймақтарымен бірге жұмыс істеу арқылы жоғары энергиялы электрондарды жасай алады. Мұндай пульсарлар көбінесе «айналдыратын пульсарлар» деп аталады, олардың энергиясы магнитосфералық эмиссияларды тудыратын нейтрондық жұлдыздардың айналуы арқылы жасалады. Нейтрондық жұлдыз пайда болған кезде оның бетінің температурасы 1 миллион градусқа дейін көтерілуі мүмкін. Сондықтан беттің салқындау кезеңінде энергияның шығарылуын рентгендік телескоптардың көмегімен байқауға болады. Нейтрондық жұлдызда оның бетінің температурасының біркелкі таралуы нейтрондық жұлдыздарды салқындату нәтижесінде пайда болатын осы рентген сәулелерін шығарады. Бір қызығы, күшті тартылыс күшінің әсерінен нейтрондық жұлдыз қалыпты жұлдыздың орбитасына жақын жерде орбитада жүргенде, нейтрондық жұлдыздар қалыпты жұлдыздан беттік материалдарды тартып, шығара алады. Бұл процесс кезінде материалдар нейтрондық жұлдыздың айналасында айналады және рентгендік пульсарлар ретінде рентгендік телескоптарда байқалатын жылуды шығарады. Материалдардың тартылыс күші рентген сәулелерін шығару үшін энергия көзі ретінде қарастырылатындықтан, оларды жиі аккрециялық-энергетикалық пульсарлар деп атайды.

Қазіргі пульсарлық зерттеулер

1937 жылы Паркс радиотелескопында көп сәулелі (13 сәулелі) қабылдағыш орнатылды. Бұл қабылдағыш бастапқыда әртүрлі орбиталардағы басқа галактикаларды анықтауға арналған. Алайда астрономдар қазір бұл телескопты пульсарларды іздеу үшін пайдаланады. Осы 13 сәулелік қабылдағыштың көмегімен астрономдар соңғы бірнеше жылда 700-ден астам

пульсарды анықтай алды. Сонымен қатар, телескоптың құрғақ кеңістіктің кең аумақтарын зерттеу мүмкіндігінің арқасында бұл 13 сәулені пайдалану әлсіз пульсарларды анықтауға ықпал етті. Жас пульсарларды, алыстағы пульсарларды, қос жүйелерге пульсарларды және одан да көп миллисекундтық пульсарларды қосудың арқасында бірнеше жаңа ашылулар назар аудартады.



1-сурет: Қос пульсар жүйесі [1]

Сонымен қатар, Parkes 13-сәулелік радиотелескоптың көмегімен жоғары ендіктерде зерттеулер жүргізілді, оның барысында көптеген миллисекундтық пульсарлар ашылды. Алайда бұл ізденістер кәдімгі пульсарлардың ашылуы сияқты сәтті болмады. Осылайша, Паркс радиотелескопының көмегімен астрономдар басқа пульсардың орбитасында пульсарды анықтай алды. Бұл ашылу физика мен астрономиядағы гравитация мен тартылыс күштеріне қатысты жаңа ұғымдарды жасауда жетістіктерге әкелді. Зерттеушілер екілік жүйедегі миллисекундтық пульсардың қозғалысын түсіну үшін Эйнштейннің салыстырмалылық теориясын қолданды және Эйнштейннің салыстырмалылық теориясының пульсарлық бақылауларға сәйкес келетінін анықтады. Осылайша, басқа пульсарды айналып өтетін пульсарлық жүйені анықтау жаңа ашылулармен салыстырмалылық туралы дәлірек деректерді береді.

Пульсарлық өрістегі тағы бір ілгерілету – уақыт массивінің конструкциялары. Бұл жобалар біздің күн жүйесіндегі планеталық массалардың қозғалысын түсіну үшін Жердегі атом сағаттарының тұрақтылығын зерттеуге көмектесетін көптеген миллисекундтық пульсарларды бақылайды. Бұл гравитациялық толқындар ғарыштық уақыттың экстремалды аймақтарынан, соның ішінде ең ерте Ғалам мен галактикалық ядролардан туындайды. Осылайша, мұндай пульсарлық жүйелерді терең талдау Жердегі сағаттардың уақытын анықтауға, сондай-ақ ерте Әлемді және галактикалар орталығында соқтығысатын аса массивті кара құрдымдарды зерттеуге көмектеседі.

Жоғарыда айтылғандардан басқа, соңғы жылдары нейтрондық жұлдыздардың ішкі құрылымы белсенді түрде зерттелуде. Пульсарлық циклдегі

өзгерістер орбиталық жылдамдықта айырмашылықтар тудыруы мүмкін. Көптеген пульсарлар жасына қарай баяулайды, ал краб пульсары сияқты пульсарлардың айналу жылдамдығында әртүрлі болады. Шаян пульсары жиі қысқа уақыт ішінде жылдам айналады, содан кейін бастапқы жылдамдығына оралады. Дегенмен, бұл сәтсіздіктің нақты себебі әлі анықталуда. Осылайша, қазіргі зерттеу нәтижелері бұл ақаулар нейтрондық жұлдыздың кристалдық бетімен суперсұйықтықпен әрекеттесуінен туындауы мүмкін екенін көрсетеді.

Астрономиядағы тағы бір жаңалық – Square Kilometre Array (SKA) радиотелескоптары. Үлкен қамту аймағына байланысты SKA кез келген басқа радиотелескоптарға қарағанда салыстырмалы түрде жоғары сезімталдыққа ие. Жоғары сезімталдықтың арқасында SKA әуе кеңістігіндегі кішірек және әлсіз пульсарларды анықтай алады. Астрономдар SKA қара құрдымдарды айналып өтетін пульсарлардың озық жаңалықтарын қамтамасыз етеді және гравитациялық теориялардағы ашылмаған құпияларды ашады деп сенімді. Сонымен қатар, SKA алыс галактикаларда пульсарларды анықтауға көмектеседі.

Қорытындылай келе, пульсарлар қара құрдымдармен бірге галактикалардың пайда болуына байланысты көптеген ақпаратты алып жүреді деп айта аламыз. Сондықтан технология мен құралдардың жоқтығынан көп ақпарат әлі ашылған жоқ. Дегенмен, соңғы бірнеше жылда ғылымның дамуымен, сондай-ақ жаңа ғарыштық техниканың дамуымен пульсарлардың ашылуы үлкен жетістіктерге жетті. Көптеген жылдар бойы ғалымдар күн жүйесі туралы білімді жақсарту үшін осы пульсарлармен байланысты көптеген жасырын ақпаратты табуға үміттенеді.

Әдебиеттер тізімі:

1. Ruchira Nandasiri and Mardon A.A. What are Pulsars // Pulsars. – 2021. – pp.33–40.
2. Becker W., Bernhardt Mike G., Jessner A. Autonomous Spacecraft Navigation With Pulsars // Acta Futura. – 2013. – Vol. 7. – P.11–28.
3. Шапиро С. Л., Тьюколски С. А. Чёрные дыры, белые карлики и нейтронные звёзды / Мир. – 1985. – с.656.