

Дәріс 2

Астрофизика пәні, негізгі мәселелері, әдістері мен аспаптары

Дәрістің мақсаты: студенттерді астрофизика негіздерімен, негізгі мәселелерімен, әдістерімен және құралдарымен таныстыру. Осы аспектілерді түсіну заманауи астрофизика және оның ғылымдағы маңызы туралы тұтас түсінік қалыптастыруға мүмкіндік береді.

Дәрістің жоспары:

1. Астрофизика пәні және міндеті
2. Астрофизиканың негізгі мәселелеріне келесілер жатады
3. Әдебиеттер тізімі

Адамзат табиғат заңдарының көпшілігін қара жәшік әдісімен пайдаланады. Белгілі кіріс деректерінің негізінде математикалық тәуелділіктердің көмегімен шығыс деректері алынады. Бірақ бұл әрекеттің қара жәшікте қалай өрбитінін ешкім білмейді, әсіресе Ғаламды зерттеуге қатысты мәселелерде.

Астрофизика – жұлдыздар, галактикалар, қара құрдымдар, планеталар және басқа ғарыш объектілері сияқты ғарыштағы физикалық процестер мен құбылыстарды зерттейтін ғылым. Ол астрономияның бір бөлігі болып табылады, бірақ аспан денелері мен ғарыштық құбылыстардың физикалық аспектілеріне назар аударады.

Астрофизика пәні – Әлемдегі физикалық процестерді зерттейтін ғылым. *Астрофизиканың міндеті* – бақыланатын сипаттамалары бар әртүрлі ғарыштық объектілерден сәулеленудің пайда болуын түсіндіре алатын модельдерді құру: қарқындылық, спектр, поляризация, уақыт профилі және т.б. Әрине, бұл мәселені шешу кезінде астрофизиктер негізінен заттың температурасы мен тығыздығымен, магнит өрісінің болуымен және оның шамасымен анықталатын белгілі бір жағдайларда жүзеге асырылуы немесе көрінуі мүмкін физикалық процестер мен заңдардың белгілі суретіне сүйенеді.

Астрофизиканың негізгі мәселелеріне келесілер жатады:

1. Жұлдыздар мен галактикалардың пайда болуы және эволюциясы;
2. Әлемнің құрылымы және эволюциясы;
3. Қара құрдымдар және басқа экзотикалық нысандар;
4. Экзопланеталарды және олардың тіршілік ету мүмкіндігін іздеу;
5. Ғарыштық құбылыстарды зерттеу.

Қазіргі астрофизика Екінші дүниежүзілік соғыстан кейін қалыптасты. Бақылау тұрғысынан оның негізгі ерекшелігі – зерттелетін сәулеленудің спектрлік диапазонының кеңеюі. Соғысқа дейінгі астрофизика тек көрінетін жарықта астрономиялық бақылаулардың нәтижелерін - электромагниттік толқындар спектрінің жолағын пайдаланды. Сол кезеңде Әлемдегі негізінен көрінетін жарық шығаратын объектілерге – жұлдыздарға, тұмандықтарға, галактикаларға көбірек көңіл бөлінгені анық. Олардың сәулелену теориясы жердегі зертханаларда алынған білімдер негізінде құрылды. Қазіргі уақытта

астрономияда радиотолқындардан гамма-сәулеленуге дейін барлық дерлік диапазондар қолданылады. Астрономияның толық толқынды астрономияға айналуы белгілі объектілер туралы білімді байытып, одан да маңыздысы жаңа объектілердің ашылуына әкелді және мұндай аймақтардан радиацияны тіркеуге мүмкіндік берді. Бұл термин әдетте Жердегі зертханаларда белгілі бір жағдайларды жүзеге асыру мүмкін еместігін атап көрсету үшін қолданылады.

Жұлдыздар мен галактикалардың пайда болуы және эволюциясы. Бұл мәселені қарастыру үшін газ бұлттарынан жұлдыздардың пайда болуын, олардың өмір бойы эволюциясын және жұлдыздардың түрлерінің әртүрлілігін, яғни қызыл ергежейлілерді, алыптарды, аса алыптарды, нейтрондық жұлдыздарды зерттеу қажет. Сонымен қатар, галактикалардың құрылымы мен эволюциясын, оның ішінде галактикалардың пайда болу механизмдерін, олардың арасындағы өзара әрекеттесулерді, олардың пайда болуы мен қозғалысындағы қараңғы материя мен қараңғы энергияның рөлін түсіну көптеген шешілмеген сұрақтардың жауабын дұрыс беруі мүмкін.

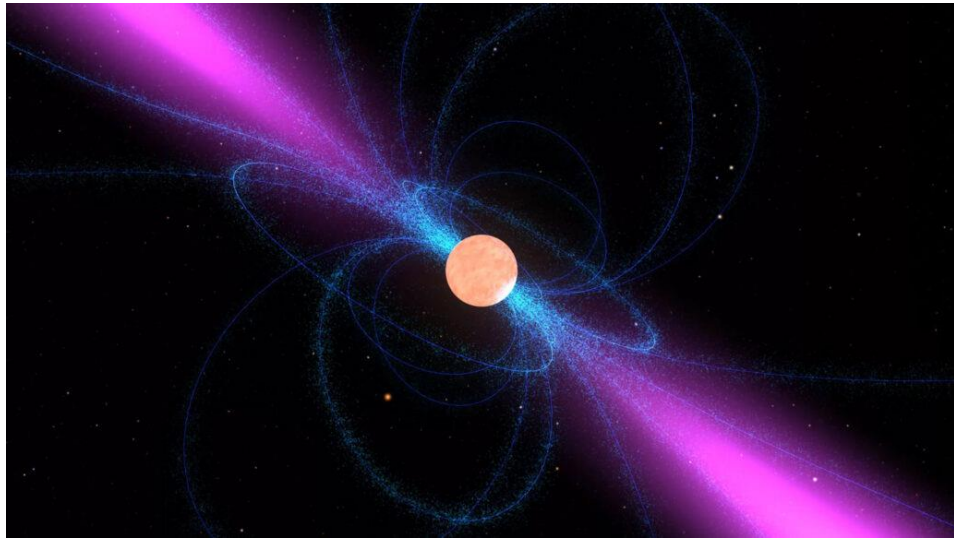
Әлемнің құрылымы және эволюциясы. Әлемнің кеңеюін және оған қараңғы энергияның әсерін зерттеу, Әлемнің өткен және болашақ дамуын түсіну. Әлемнің пайда болуының алғашқы сәттеріндегі болжамды жылдам кеңеюін зерттеу. Әлем кеңеюін тездететін қараңғы энергияның табиғатын түсіну де маңызды аспект болып табылады.

Қараңғы материя мен қараңғы энергия

Қараңғы материя қарапайым материяға ұқсас, өйткені ол шоғырларға (мысалы, галактика немесе галактикалар шоғырының өлшемі) жиналуға қабілетті және қарапайым материя сияқты гравитациялық әрекеттесулерге қатысады. Ньютонның бүкіләлемдік тартылыс заңын бәрі біледі, бірақ егер ол жұлдыздар мен галактикалардың траекториясын түсіндіру үшін бүкіл Әлемге қолданылса, Метагалактика бүкіләлемдік массаның небәрі 2%-ын құрайтыны белгілі болды. Ғалымдар жұлдыз аралық газ бен шаңға толы жұлдызаралық кеңістікте табылған жоғалған 98% «жасырын масса» деп атайды. Ғарышта да қараңғы энергияның үлкен мөлшері бар.

Табиғаттың таңғажайып құбылысы қараңғы энергия алғаш рет бізден өте алыс жерде, асқын жаңа жұлдыздарды бақылау кезінде табылды. Ол «әмбебап гравитацияға қарсы» жасайды. Осы әлемдік әсердің арқасында қараңғы энергияны 1998–1999 жылдары бақылаушы космологтардың екі халықаралық тобы ашты. Қараңғы энергияның табиғатын білу үшін гравитация күшінің табиғатын білу керек, ол көп зерттелгенімен, әлі де көптеген белгісіз нәрселерді қамтиды.

Пульсар. Пульсар – негізінен радио диапазонында электромагниттік сәулеленудің күшті, қатаң мерзімді импульстарын шығаратын астрономиялық нысан. Импульстарда шығарылатын энергия оның жалпы энергиясының аз ғана бөлігін құрайды.



1-сурет. Пульсар моделі [2]

1967 жылы пульсарлардың ашылуы үлкен тосынсый болды, өйткені мұндай құбылыстар бұрын болжанбаған. Көп ұзамай бұл құбылыстың не радиалды пульсациямен, не жұлдыздардың айналуымен байланысты екені белгілі болды. Бірақ қарапайым жұлдыздар да, тіпті ақ ергежейлілер де мұндай жоғары жиілікте табиғи түрде пульсациялай алмайды. Олар да соншалықты жылдам айнала алмайды, центрден тепкіш күш оларды бөліп тастайды. Бұл 1939 жылы Л.Д. Ландау мен Р. Оппенгеймер болжаған материядан тұратын өте тығыз дене ғана болуы мүмкін. Бұл материяда атомдардың ядролары бір-біріне тығыз қысылған. Тек жұлдыздар сияқты аса массивті денелерге ғана ие болатын алып тартылыс күші ғана материяны осындай дәрежеге дейін қыса алады. Үлкен тығыздықта ядролық реакциялар бөлшектердің көпшілігін нейтрондарға айналдырады, сондықтан мұндай денелерді нейтрондық жұлдыздар деп атайды.

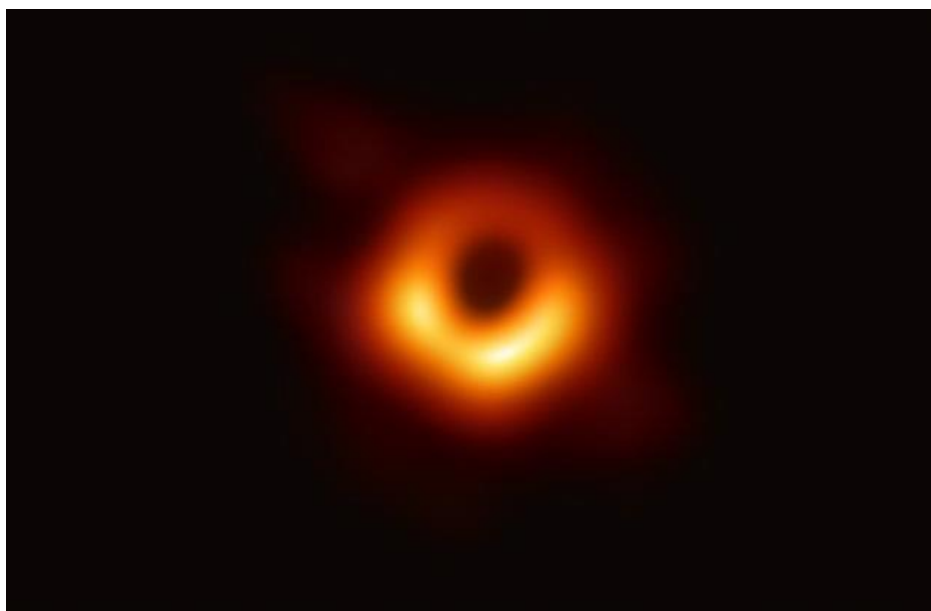
Күн жүйесіндегі нысандарды зерттеу. Ірі планеталардың ішінде геофизикалық зерттеу нысаны болып табылатын Жер барынша толық зерттелген. 20 ғасырдың ортасына дейін қалған сегіз планета туралы мәліметтер салыстырмалы түрде тапшы болып қалды. Дегенмен, ғарыштық зондтарды пайдалана отырып, бақылауларға негізделген зерттеулерді дамыту бұл жағдайды жақын арада өзгертуге мүмкіндік береді. Жер бетіндегі әдістерді қолдана отырып, планетарлық атмосфераның құрылымы мен құрамын зерттеуге байланысты әртүрлі мәселелерді шешу кезінде геофизикада бірдей бақылау және теориялық әдістер жиі қолданылады. Атмосфералық жабыны бар планеталарды спектрлік зерттеу ерекше қызығушылық тудырады. Осындай зерттеулердің нәтижесінде планеталық атмосфераның құрамындағы түбегейлі айырмашылықтар анықталды. Атап айтқанда, Юпитер атмосферасында негізгі компонент аммиак, Венера атмосферасында көмірқышқыл газы, ал Жерде молекулалық азот пен оттегі басым екені анықталды. Марста кратер тәрізді ірі түзілістердің ашылуы планеталар мен Айда рельефтің пайда болуының жалпы теориясын құру міндетін қояды. Ай мен Марстағы кратерлердің пайда болуы туралы екі қарама-қарсы теория бар. Бірі олардың пайда болуын вулканизммен, екіншісі алып метеориттердің соғуымен байланыстырады. Айдағы вулканизм пайдасына жаңа дәлелдердің табылуы нәтижесінде олардың біріншісі көбірек

қолдаушылар табуда. Ғаламшарлардың рельефінің ерекшеліктері туралы, сондай-ақ олардың айналу заңдары туралы және кейбір басқалары туралы ақпарат радиолокациялық бақылаулар арқылы беріледі.

Біздің галактикадағы қара құрдымдарды іздеу

Қара құрдым – гравитациялық радиусы $R_G = 2GM/c^2$ үлкенірек өлшемі бар гидростатикалық тепе-теңдік конфигурациялары жоқ массасы M дене. Массалары шамамен $3M_S$ (мұнда M_S – Күннің массасы) жоғары қара тесіктер, суық дененің массасының теориялық шегі, ең массивті жұлдыздар эволюциясының соңғы кезеңдерін білдіреді. Массасы азырақ, «алғашқы» деп аталатын қара құрдымдар космологиялық кеңеюдің алғашқы кезеңдерінде пайда болуы мүмкін. Галактикалардың орталықтарында олардың галактикалық ядролардағы соқтығысуы кезінде жұлдыздардың қосылуы нәтижесінде аса массивті қара құрдымдар (миллиардтаған күн массасы бар) пайда болуы мүмкін. Қара құрдымдарды кинематикалық жолмен, аспан денелерінің олардың гравитациялық өрісіндегі қозғалысы арқылы анықтауға болады.

Ғылыми теориялар болжаған Әлемдегі барлық гипотетикалық нысандардың ішінде қара құрдым ең қорқынышты әсер қалдырады. Олардың бар екендігі туралы ұсыныстар Эйнштейн жалпы салыстырмалылық теориясын жариялағанға дейін бір жарым ғасырға жуық уақыт бұрын айтыла бастағанымен, олардың өмір сүруінің шынайылығы туралы сенімді дәлелдер жақында ғана алынды.

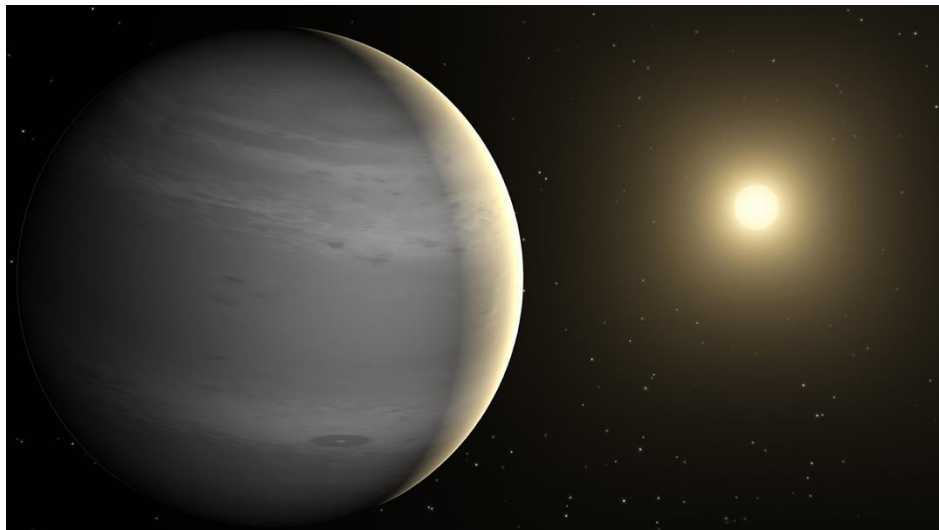


2-сурет. Қара құрдымның алғаш алынған суреті [3]

Қара құрдымның ең басты қасиеті – оған не түссе де, қайтып оралмайды. Бұл тіпті жарыққа да қатысты, сондықтан қара құрдымдар өз атауын алады: оған түсетін барлық жарықты жұтып, өзінен бірде-бір жарық шығармайтын дене толығымен қара болып көрінеді. Жалпы салыстырмалық теориясы бойынша, егер объект қара құрдымның ортасына критикалық қашықтықта жақындаса, ол ешқашан орала алмайды. Бұл қашықтық Шварцшильд радиусы деп аталады.

Құрамында қара құрдым бар қос жүйеде «тірі» жұлдыздың материясы сөзсіз қара құрдым бағытында «құлайды». Ал қара құрдым сорып алған зат қара құрдымға түскенде спираль түрінде айналады, Шварцшильд радиусын кесіп өткенде жоғалады. Алайда өлімге әкелетін шекараға жақындаған кезде, қара тесік шұңқырына сорылған зат сөзсіз тығыздалады және саңылау жұтқан бөлшектердің соқтығысу жиілігінің жоғарылауына байланысты қызады, ол толқындардың сәуле шығару энергияларына дейін қызады. Электромагниттік сәулелену спектрінің рентгендік диапазоны. Астрономдар осы түрдегі рентгендік сәулелену қарқындылығының өзгеру кезеңділігін өлшей алады және оны басқа қолда бар деректермен салыстыра отырып, заттың өзіне қарай «тартатын» объектінің шамамен массасын есептей алады. Егер заттың массасы Чандрасехар шегінен (1,4 Күн массасы) асып кетсе, бұл нысан біздің жұлдызымыз ақ ергежейлі бола алмайды. Мұндай рентгендік қос жұлдыздардың анықталған бақылауларының көпшілігінде массивті нысан нейтрондық жұлдыз болып табылады. Дегенмен, қос жұлдыздар жүйесінде қара құрдымның болуы жалғыз ақылға қонымды түсініктеме болып табылатын оннан астам жағдайлар болды.

Экзопланеталарды және олардың тіршілік ету мүмкіндігін іздеу. Табылған экзопланеталардың көпшілігі біздің Галактиканың бір аймағында – Құс жолының ішінде орналасқан. Қуатты телескоптардың көмегімен ғалымдар планеталардың көлемін, олардың құрамы мен бетін өлшейді. Табылған экзопланеталардың көпшілігі күн жүйесінің планеталары сияқты элементтерден тұрады. Тек комбинациялар мен арақатынастар ерекшеленеді: кейбіреулерінде су мен мұз көп, басқаларында темір мен көміртегі көп.



3-сурет. 51 Pegasi b экзопланетасы [4]

Экзопланетаны табу үшін астрономдар оның ата-ана жұлдызының жанында планетаның белгілерін анықтауға тырысады. Жұлдыздың қасиеттері, егер планета оны айналып өтетін болса, өзгеруі мүмкін. Біріншіден, планета айналуға әсер етеді: жұлдыз аздап тербеле бастайды және арнайы жабдық бұл қозғалысты анықтай алады. Ғаламшар мұндай өзгеріске әсер ете алатын жалғыз нәрсе. Екіншіден, қуатты телескоп планетадан жұлдызға түсетін кішкентай

көлеңкені ұстай алады. Басқа іздеу әдістері бар, бірақ бұл екеуі негізгі болып саналады және жиі қолданылады.

Мұндай әдістер бар болғанымен, ғалымдардың барлық планеталарды ашуға әлі де күші жетпейді. Әзірге Күнге ұқсас жүйе табылған жоқ. Бұл қазіргі телескоптардың кішкентай планеталарды анықтай алмайтынын білдірсе керек. Сонымен қатар, олардың көпшілігі жұлдыздардан алыс қашықтықта айналады және оларға жарық түспейді, бұл оларды алыс қашықтықтан табу мүмкін емес.

Әдебиеттер тізімі:

1. Гинзбург В.Л. Какие проблемы физики и астрофизики представляются сейчас особенно важными и интересными (тридцать лет спустя, причем уже на пороге XXI века)? // УСПЕХИ ФИЗИЧЕСКИХ НАУК. – 1999. – Vol. 169. – P.419–442.
2. <https://www.snexplores.org/article/scientists-say-pulsar-definition-pronunciation>
3. <https://www.eso.org/public/unitedkingdom/images/eso1907a/>
4. <https://trends.rbc.ru/trends/futurology/607f135e9a79474d800799b7>