

Стивен Хокинг

Уақыттың қысқа тарихы: үлкен партланыудан қара құрдымларға шекем

Қарақалпақ тилине аударған Б.А.Абдикамалов

Аударыушыдан ескертиу: Аты дүньяға белгили физик-теоретик, космолог, астрофизик хәм жазыушы Стивен Уилям Хокинг (Stephen William Hawking) 2018-жылы 14-март күни 76 жасында қайтыс болды.

Stephen W. Hawking

A Brief History of Time From the Big Bang to Black Holes

Стивен Хокинггиң (Stephen W. Hawking) көпшиликке арналған бул биринши китабы кең аудитория ушын арналып, Әлемниң курылысы, пайда болыуы хәм оның раўажланыу жоллары ҳаққында жүдә көп пайдалы мағлыұматларға ийе. Китап тек ғана мазмунының кеңлиги бойынша қызық емес, ал оның авторының ойларының қалай ислеитуғынлығын көриўге мүмкиншилик береди. Китапта сиз физиканың, астрономияның, космологияның хәм адам мәртлигиниң шегаралары ҳаққында анық және дәл мағлыұматларды таба аласыз.

Алғы сөзде келтирилгендей "бул китап Қудай ҳаққында жазылған. "Қудай" сөзи китаптың бетлеринде тез-тезден ушырасып турады. Хокинг Эйнштейнниң белгили болған "Әлемди дөреткенде Қудайда басқа да жолларды сайлап алыу мүмкиншилиги болды ма?" деген сорауына жууап бериўге ҳәрекет етеди. Бул ҳәрекеттиң нәтийжесинде автор күтилмегендей жуўмаққа келеди: кеңисликте шетлери жоқ, уақыт бойынша басы да, ақыры да жоқ, Жаратқан ушын ислеўге ҳеш нәрсе де жоқ Әлем".

Китап академиялық лицейлердиң оқыўшылары, орта мектеплердиң муғаллимлери, жоқары оқыў орынлары студентлери менен оқытыўшылары, басқа да қызығыўшылар ушын баҳалы мағлыұматларды береди.

Алғыслар айтыу

Китап Джейнге арналған.

Мен 1982-жылы Гарвардта Лебов лекциялар курсын оқығаннан кейін кеңіслік хәм уақыт хақында китап жазып көріуді мақул көрдим. Сол уақытлары ең дәслепки Әлем хәм қара құрдымларға арналған китаптар аз емес еді. Мысал ретінде Стивен Вайнбергтің "Биринши үш минут" атлы китабын атап көрсетіуге болады. Ал жаман жазылған китаптарды келтиріп отырыудың кереги жоқ. Бірақ сол китаптардың хеш қайсысында да мени космология менен квантлық теория менен шуғылланыуға алып келген мәселелердің биреуі де гәп етилмеген: Әлем қайдан пайда болған? қалай хәм не себепли пайда болған? Әлемнің ақыры бар ма, егер ақыры бар болса сол ақыры қалай келеді? Бул мәселелер бизлердің бәршемізди де қызықтырады. Бірақ хәзіргі заман илими математика менен күшли тойынған хәм тек аз сандағы қәнигелер ғана бул мәселелерге түсиниу ушын оны жеткиликлі дәрежеде меңгерген. Соның менен бирге Әлемнің тууылыуы хәм оның кейінги тәғдири хақындағы көз-қарасларды арнаулы илимий билим алмаған адамлардың да түсиниуі ушын математикасыз-ақ баянлау мүмкин. Мен китабымда усыны әмелге асырыуға умтылдым. Мақсетимди қалай орынлағанлығым хақында баҳаны оқыушылар береді.

Маған китапқа киргизилген хәр бир формуланың китап сатып алыушылардың санын еки есе кемейтетуғынлығын айтты. Сонлықтан мен китапты формулаларсыз жазыуды мақул көрдим. Бірақ мен бир формула жаздым, ол да болса Эйнштейннің даңқлы формуласы $E = mc^2$. Мениң потенциаллық оқыушыларымның жартысын бул формула қорқытып жибермейди деп үмит етемен.

Егер мениң қаптал жақлық амиотрофиялық склероз кеселлиги менен наұқасланғанлығымды есапқа алмағанда мен барлық уақытлары да табысларға еристим. Маған жәрдемди хаялым Джейн, балаларым Роберт, Люси хәм Тимотилер берди хәм олар мени қоллап-қууатлады. Олар мениң жақсы жасауымды хәм жумысларымда табысларға ерисиуимди тәмийинледі. Мениң теориялық физиканы сайлап алыуым да жумысларымның жақсы жүриуіне алып келди. Өйткени теориялық физика адамның басына жайғасады. Сонлықтан мениң физикалық жақтан әззилигим айтарлықтай минус болған жоқ. Мениң барлық илимий кәсиплеслерим маған максималлық түрде жәрдемлерин көрсетти.

Жумысларымның дәслепки "классикалық" этапында Роджер Пенроуз, Роберт Герок, Брендон Картер хәм Джордж Эллислер мениң жақын жәрдемшилери хәм хызметкерлерим болды. Мен оларға жәрдемлери хәм бирге ислескени ушын миннетдарман. Бул этап "Кеңіслік-уақыттың ири масштаблы структурасы" китабы менен жуумақланды. Бул китапты бизлер Эллис пенен 1973-жылы жаздық (Хокинг С., Эллис Дж. Крупномасштабная структура пространства-времени. М.: Мир, 1976).

Усы бет пенен оннан кейінги бетлерди оқыушыларға қосымша мағлыұматлар ушын сол китапты оқыуды усынбайман: ол китап математика менен толған хәм қыйыншылық пенен оқылады. Сол уақыттардан бери мен тәуірлеу хәм түсиникли етип жазыуды үйрендим деп ойлайман.

1974-жылы басланған мениң жумысларымның екінши, "квантлық" этапында мен тийкарынан Гари Гиббонс, Дон Пэйджер хәм Джим Хартллар менен ислестим. Мен олардың көпшилигинен, солардың ишинде аспирантларымнан қарыздарман. Олар маған "физикалық" хәм "теориялық" мәнисте оғада үлкен жәрдемлер берди. Аспиранттардан қалып қоймау зәрүрлиги жүдә әхмийетли стимул болды хәм бул стимул мениңше мениң батпақтықта батып қалыуымнан сақлады.

Китап үстинде ислеуге мениң студентлеримнің бири Брайен Уитт көп жәрдемлер берди. 1985-жылы китаптың биринши, шама менен алынған планын жазғанымнан

кейин мениң өкпем аязлап наўқасландым. Операцияға жатыўға туўра келди хәм трахеотомиядан кейин мен сөйлей алмайтуғын болып қалдым. Усының нәтийжесинде басқаларға хабарласыў мүмкиншилигинен айрылдым. Мен kitapты жазыўды жуўмақлай алмайман деп ойладым. Бирақ Брайен маған тек жәрдем берип ғана қойған жоқ, ал Калифорния штатындағы Words Plus, inc., Саннивейл фирмасының хызметкери Уольт Уолтош сыйлыққа берген Living Center компьютерлик программасын пайдаланыўды үйретти. Усының жәрдемінде мен kitapлар хәм мақалалар жаза басладым. Саннивейл фирмасы Speech Plus тәрәпинен маған сыйлыққа берилген сөйлеў синтезаторы жәрдемінде адамлар менен сөйлесе аламан. Дэвид Мэйсон мениң кресло-коляскама бул синтезаторды хәм үлкен емес компьютер орнатып берди. Бундай система барлығын да өзгертти: мен даўсымды жоғалтқаннан бурынғыдан да жеңилірек сөйлесетуғын болдым.

Китаптың дәслепки вариантлары менен танысқанлардың көпшилигине, соның ишинде kitapты жақсылаў бойынша кеңес бергенлерге мен миннатдарман. Bantam Books баспасындағы мениң редакторым Петер Газзарди маған кемшиликлерди көрсетип хәм оның пикиринше жаман түсиндирилген жерлер бойынша сораўлар менен хат жиберди. Дүзетиўлер бойынша усыныслардың үлкен дизимин алып мениң қатты ашыўланғанлығымды мойынлайман. Бирақ Газзардидиң усыныслары дурыс еди хәм оның қәтеликлерди ашық көрсетиўиниң нәтийжесинде kitapтың жақсырақ болып шыққанлығына исенимим мол.

Жәрдемшилерим Колин Уилльямсқа, Дэвид Томасқа хәм Раймонд Лэфлеммге, мениң хаткерлерим Джуди Феллеге, Энн Ральфқа, Шерил Биллингтонға хәм Сью Мэйсиге терең миннетдаршылық билдиремен. Егер Гонвилл-энд-Кайюс-колледж, илимий хәм техникалық изертлеўлер бойынша Кеңес, Леверхулм, Мак-Артур, Нуффилд хәм Ральф Смит қорлары илим изертлеў хәм зәрүр болған медициналық жәрдемлер ушын кеткен шығынларды көтермегенде мен хеш нәрсе де ислей алмаған болар едим. Мен олардың барлығына да жүдә миннетдарман.

Стивен Хокинг. 1987-жыл 20 октябрь.

Алғы сөз

Бизлер дүньяның қурылысы ҳаққында хеш нәрсе билмей-ақ жасап атырмыз. Бизиң жасаўымызды тәмийинлеп турған Қуяш жақтылығының қандай механизм пайда етеди деп ойламаймыз, бизди кеңисликке тарқатып жибермей Жер бетинде ушлап турыўшы гравитация ҳаққында ойламаймыз. Турақлылығынан бизиң өзлеримиз ғәрезли болған хәм өзлеримизди қурайтуғын атомлар бизди қызықтырмайды. Балалардан басқа (егер көбирек нәрселерди билгенде балалар усындай әҳмийетли сораўларды бермеген болар еди) тәбият неликтен тап усындай, ал басқаша емес, космос қайдан пайда болған, ол барлық ўақытта да жасай бере ме, ўақыт бир ўақытлары кейин қарай бағытын бура ма, нәтийже себептиң алдына түсе ме, адамзат билиўиниң шеги бар ма деген сораўлар үстинде тек аз сандағы адамлар бас қатырады. Қара қурдымлар қандай болып көринеди, затлардың ең киши бөлекшелери қандай, неликтен бизлер өтмишти есте сақлаймыз, ал болажақты есте сақлай алмаймыз, егер бурынлары ҳақыйқатында да хаос болған болса, онда ҳәзирги ўақытлары көзге көринип турған тәртип қалай жүзеге келген, Әлемниң өзи неге бар екенлигин билгиси келетуғын балалар да бар (мен ондай балаларды ушыраттым).

Бизиң жәмийетимизде ата-аналар хәм муғаллимлер бундай сораўлар келип түскенде көбинесе ийинлерин қысады ямаса еслеринде емески-емески сақланып қалған диний легендаларға сүйениўге шақырады. Усы сораўларға жуўап бергенде адам түсиниўиниң тарлығы анық көринетуғын болғанлықтан базы биреўлерге бундай темалар пүткиллей унамайды.

Бирақ философия менен тәбиаттаныу илимлериниң алға қарай илгерилеуи усындай сораўларға байланыслы болды. Усындай сораўлар менен қызығатуғын үлкен адамлар көбеймекте хәм бир қанша жағдайларда жуўаплар олар ушын күтилмеген болып шығып атыр. Масштаблар бойынша атомларда да, жұлдызларда да иркилип қалмай бизлер жүдә киши хәм жүдә үлкен болған объектлерди де қамтыйтуғындай етип изертлеу горизонтларын жылжытып барамыз.

1974-жылы космослық аппарат "Викинг" Марстың бетине барып түспестен шама менен еки жыл бурын Англияда Лондондағы Короллық жәмийети тәрәпинен шөлкемлестирилген Жерден тыста жайласқан цивилизацияларды излеу мүмкиншиликлерине арналған конференцияда болдым. Кофе ишиўге танепис болғанда қоңсы залда көбирек адам қатнасқан жыйналыстың болып атырғанын аңладым хәм қызыққанымнан сол залға кирдим. Нәтийжеде Жер планетасындағы алымлардың ең көп ўақытлардан бери өмир сүрип киятырған үлкен уйымы болған Король жәмийетине жаңа ағзаларды қабыл етиўге арналған ески ритуалдың гўясы болдым. Ең алдында инвалид креслосында отырған жас адам дәслепки бетлери Исаак Ньютонның қол тамғасын сақлаған китапқа әсте-ақырынлық пенен өзиниң атын жазып атыр екен. Ол қол тамғасын қойып болғаннан кейин залда көтеринқилик пенен күшли қол шаппатлаўлар жүз берди. Стивен Хокинг сол ўақытлары-ақ легенда болған еди.

Хәзир Хокинг бир ўақытлары Ньютон, ал бираз кейин П.А.М.Дирак басқарған математика кафедрасын басқарады. Бул еки уллы изертлеўшиниң бири ең үлкен, ал екіншиси ең киши нәрселер менен шуғылланды. Хокинг оларға ылайық даўам еттириўши. Хокингтиң көпшиликке арналған бул биринши китабы кең аудитория ушын жүдә көп пайдалы мағлыўматларға ийе. Китап тек ғана мазмунының кеңлиги бойынша қызық емес, ал оның авторының ойларының қалай ислеитиўынлығын көриўге мүмкиншилик береді. Китапта сиз физиканың, астрономияның, космологияның хәм мәртликтин шегаралары ҳаққында анық мағлыўматларды таба аласыз.

Соның менен бирге бул китап Қудай ҳаққында ... дурысырағы Қудайдың жоқлығы ҳаққында жазылған. "Қудай" сөзи китаптың бетлеринде тез-тезден ушырасып турады. Хокинг Эйнштейнниң белгили болған "Әлемди дәреткенде Қудайда басқа да жолларды сайлап алыў мүмкиншилиги болды ма?" деген сораўына жуўап бериўге ҳәрекет етеди. Бул ҳәрекеттиң нәтийжесинде автор күтилмегендей жуўмаққа келеди (ең кеминде ўақытша): кеңисликте шетлери жоқ, ўақыт бойынша басы да, ақыры да жоқ, Жаратқан ушын ислеўге ҳеш нәрсе де жоқ Әлем.

Карл Саган, Корнел университета, Итака, Нью-Йорк штаты.

Биринши бап. Әлем ҳаққындағы бизиң көз-қарасларымыз

Алымлардың бири (Бертран Рассел еди деп айтысады) астрономия ҳаққында көпшилик ушын ашық лекция оқыған. Өзиниң лекциясында ол Жердиң Қуяш дөгерегинде айланатуғынлығын, ал Қуяш болса Галактика деп аталатуғын оғада көп санлы жұлдызлардан туратуғын жұлдызлар топырының орайы дөгерегинде айланатуғынлығын әңгиме еткен. Лекцияның ақырына келгенде залдың түпкирине жақын отырған әдеўир жасқа жеткен бир ҳаял адам орнынан турып "Сизиң айтқанларыңыздың барлығы да бос сөзлер. Ҳақыйқатын айтсақ бизиң дүньямыз гигант тасбақаның үстинде жайласқан тегис тарелка" деп айтқан. Үлкен шыдамлылық пенен алым мыйығын тартып "тасбақаның өзи нениң үстинде тур?" деп сорағанда сол жасы үлкен ҳаял "Сиз жүдә ақыллы екенсиз, тасбақа басқа тасбақаның, ал бул тасбақа басқа тасбақаның үстинде тур, солай етип кете береді" деп жуўап

берген.

Әлем хаққындағы усындай көз-қараслар хаққында еситкенимизде бизге күлкили болып көринеди. Бирақ бизиң өзлеримиз жақсырақ билемиз деп айта аламыз ба? Бизге Әлем хаққында не белгили хәм егер азы-кем билетуғын болсақ биз оған қалай жеттик? Әлем қалай пайда болған, Әлем буннан былай қалай раўажланады ямаса өзгереді? Әлем неден басланған, оның басланғыш халы неден ибарат? Усы басланғыш халдан бурын қандай хал орын алған? Әлемнің ақыры бар ма? Хәзирги замандағы фантастикалық техниканың пайда болыуына алып келген физика илиминің жетискенликлери жоқарыда келтирилген көп заманлардан бери айтылып киятырған сораўлардың бир қаншасына жуўап бере алады. Ыақыттың өтиуи менен бул жуўаплар Жерди Қуяштың дөгерегинде айланады деп айтқанымыздай өз-өзинен түсиникли әпиуайы жуўапқа айлыныуы да, ал тасбақалардан туратуғын минардай деп түсиндиретуғын хәзирги ақылымызға муўапық келмейтуғын жуўапқа да айланыуы мүмкин. Ыақыттың өзинің не болыуына қарамастан бул мәселени тек ыақыт шешеди. Бизиң эрамызға шекемги 340-жылы грек философы Аристотель өзинің "Аспан хаққында" деп аталатуғын китабында Жердің тегис тарелка емес, ал шар тәризли екенлигинің пайдасына қаратылған еки себепти келтирди. Бириншиден Жер Ай менен Қуяштың ортасында турғанда Айдың тутылыуының болатуғынлығын Аристотель түсине алды. Бундай жағдайда Ай бетине Жердің дөңгелек саясы түседі. Бул жағдай тек ғана Жер шар тәризли формаға ийе болғанда ғана орын алады. Егер Жер тегис диск формасына ийе болғанда оның Ай бетіндеги саясы эллипс тәризли болған болар еди. Соның менен бирге Қуяш сол дисктің көшеринде жайласқан болған жағдайларда Ай пүткіллей тутылмаған болар еди. Екиншиден өзлеринің тәжирийбеси бойынша греклер түслик районларда поляр жулдызының аспанда арқа районлардағыға қарағанда төменирек жайласатуғынлығын бақлаған (Себеби поляр жулдыз арқа полюстің дәл үстинде жайласқан, сонлықтан арқа полюсте турған бақлаушының дәл төбесинде турады. Ал экваторда турған бақлаушыға поляр жулдызы горизонт сызығы үстинде турған болып көринеди). Поляр жулдыздың Египетте хәм Грецияда турып бақлағандағы аўхалларын биле отырып Аристотель хәтте экватордың узынлығын да есаплаған хәм бул узынлық 400 000 стадий болып шыққан. Стадийдің қандай узынлыққа тең екенлиги хәзир анық мәлим емес, тек ғана шама менен 200 метрге тең деп есаплайды. Бундай жағдайда Аристотель бойынша экватордың хәзир қабыл етилген узынлығынан еки есе көп нәтийже алынады. Греклерде Жердің шар тәризли екенлиги хаққында және бир тийкар болды: егер Жер шар тәризли болмағанда не себепли жақынлап киятырған корабльдің дәслепп горизонттан көтерилип киятырған желқомлары, ал кейин өзи көринеди?

Аристотель Жерди қозғалмайды, ал Қуяш, Ай, планеталар, жулдызлар Жердің дөгерегинде шеңбер тәризли орбиталар бойынша айланады деп есаплады. Ол өзинің мистикалық көз-қарасларына сәйкес Жерди Әлемнің орайы, ал шеңбер тәризли орбиталар бойынша қозғалысларды ең жетилискен қозғалыслар деп билди. Бизиң эрамыздың II әсиринде Птолемей Аристотельдің идеясын толық космологиялық моделге шекем раўажландырды. Жер сегиз сфера менен қоршалған орайда турады. Сфералар Айды, Қуяшты, сол ыақытларда белгили болған бес планетаны: Меркурийди, Венераны, Марсты, Юпитерди хәм Сатурнды алып жүриушилер болып табылады (1.1-сүўрет). Платон планеталардың өзлери сол сфераларға бекитилген кишкене шеңберлер бойынша қозғалады деп есаплады. Бул Жерден қарағандағы планеталардың қурамалы қозғалысларын түсиндириу ушын керек болды. Ең кейинги сегизинши сферада қозғалмайтуғын жулдызлар жайласып, олар бир бирине салыстырғанда орынларын өзгертпей аспанда барлығы бир тутасы менен қозғалады деп түсиндирилди. Сегизинши сфераның арғы тәрепинде нениң жайласатуғынлығы түсиндирилмеді. Қандай жағдайда да сегизинши сфераның арғы жағы адамлар тәрепинен бақланатуғын Әлемнің бөлеги емес деп қабыл етилди.

Птолемейдің модели аспандағы аспан денелерінің орынларының қандай болып өзгеретуғынлығын унамлы түрде айта алды. Бірақ ұсы аспан денелерінің аспан сферасындағы тұрған орынларын дәл анықтау үшін Айдың траекториясының гейпара орынларда Жерге басқа орынлардағыға қарағанда екі есе жақынырақ келеді деп есептеу талап етілді. Олай болса Ай гейпара ұақыттары басқа ұақытлардағыға қарағанда 2 есе үлкен болып көрінуі керек. Бұл кемшілік қаққында Птолемей жақсы билді. Бірақ оның теориясы көпшілік тәрәпинен мойынланды. Христиан шіркеуі Птолемей моделин Библияға қайшы келмейтуғын модель сыпатында қабыл етті. Себебі бұл модельде қозғалмайтуғын жұлдызлар сферасының арғы тәрәпинде бейіш хәм дозақ ұшын көп орын бар. Бірақ 1514-жылы Польшалы диний хызметкер Николай Коперник Птолемей моделинен де әпиұайырақ модельді ұсынды (Шіркеудің хәрекеттегі қәделеріне қарсы келетуғын тәлімат дәрәтти деп айыпламаслығы ұшын Коперник өзимнің моделин атын көрсетпей тарқатты). Оның идеясы бойынша Қуяш орайда қозғалмай тұрады, ал Жер хәм планеталар болса оның дөгерегинде шеңбер тәрізлі орбиталар бойынша айланып жүреді. Коперниктің идеясына басқалардың итибар беріуі ұшын дерлік жүз жыл керек болды. Коперник тәліматы бойынша есапланған планеталардың аұхаллары бақлауларға толық сәйкес келмесе де екі астроном - немец Иоганн Кеплер хәм италиялық Галилео Галилей Коперник теориясын ашықтан-ашық мақұллады. 1609-жылы Галилей телескоптың жәрдемінде аспан денелерін бақлауды баслады. Ұсы дәуірлерден баслап Аристотель-Птолемей теориясының өмирі питти деп есапланады.

Енді Жердің хәм планеталардың Қуяштың дөгерегинде айланып жүріуінің себептерін түсіндіріу зәрүрлігі келип шықты. Бұл мәселені бирінші рет Англиялы алым Исаак Ньютон шеше алды. Ол Кеплер тәрәпинен 17-әсирдің басында ашылған планеталардың қозғалысы қаққындағы үш нызам тийкарында пүткіл дүньялық тартылыс нызамы деп аталатуғын нызамды ашты. Бұл нызам бойынша Әлемдегі қәлеген бир дене басқа дене менен массалары қаншама көп болса хәм ара қашықлығы қаншама киші болса соншама үлкен күш пенен тартылысатуғынлығын анықлады. Бұл күш денелерді Жерге қулап түсіуге мәжбүрлейді (Ұсы нызамды ашыуда Ньютонды басына үзілип түскен алманың жигерлендіргенлігі қаққындағы гүррің дерлік тийкарға ийе емес. Ньютонның өзі бұл қаққында тартылыс қаққындағы ойдың "жақсы кейипте отырғанда" келгенлігін, ал буған себептің "түсіп киятырған алма" болғанлығын айтқан). Ньютон өзіннің нызамына сәйкес Айдың Жердің дөгерегинде, ал Жер хәм басқа планеталардың Қуяш дөгерегинде эллипс тәрізлі бойынша қозғалатуғынлығын көрсетті.

Коперник модели Птолемейдің аспан сфераларынан хәм Әлемнің тәбійий шегараларға ийе екенлігінен қутқарды. "Қозғалмайтуғын жұлдызлар" болса аспан сферасында өзлерінің аұхалларын өзгертпейтуғын болғанлықтан (олардың тутасы менен суткалық қозғалысы Жердің өз көшери дөгерегинде айланыуының салдары деп есапланады) оларды бизің Қуяшымыз сыяқлы алыстағы объектлер деп есептеу тәбійий болады. Ньютон өз-ара тартылыстың салдарынан жұлдызлардың бир бирине жақынласыуының кереклігін, сонлықтан олардың қозғалмайтуғын халларда тұрыуының мүмкін емеслігін жақсы түсінді. Олар бир ноқатқа жақынлап бир бирине қулап түспейме екен?



1.1-сүрөт

1667-жылы сол ўақытлардағы белгили ойшыллардың бири Ричард Бентлиге жазған хатында Ньютон егер кеңисликтin шекли бөлиминде шекли сандағы жұлдыз болғанда тартылыстың салдарынан олар ҳақыйқатында да бир бирине қулап түскен болар еди деп жазды. Бирақ Ньютон егер жұлдызлар шексиз үлкен көлемде бир текли болып тарқалған болса олар орайлық областта жайласқан жұлдызға ҳеш ўақытта да қулап түспейди деп ойлады. Бундай етип пикир жүргизиў шексизлик ҳаққында әңгиме етиў барысында аңсат пәнт жеўдин айқын мысалы болып табылады. Шексиз Әлемде қәлеген ноқатты оның орайы деп алыў мүмкин. Себеби бул ноқаттың қәлеген тәрәпинде де жұлдызлар саны шексиз көп. Тек кейинирек ғана жұлдызлар бир бирине қулап түсетуғын шекли системаны алыўдың дурыс екенлигине түсинди. Бирақ бундай жағдайда қарап атырылған областтың сыртына тең өлшемли тарқалған жұлдызларды қосыўдың кереклиги анықланды. Ньютон нызамы бойынша бул қосымша қосылған жұлдызлар дәслепки жұлдызларға ҳеш қандай тәсир жасамайды. Қаншама жұлдыз қоспайық, олардың барлығы да орайға қарай умтылады. Ҳәзирги ўақытлары егер гравитациялық күшлер барлық ўақытларда да тартылыс күшлери болып қалатуғын болса Әлемнің шексиз статикалық моделинің мүмкин емес екенлиги белгили.

XX әсирдин басына шекем Әлемнің кеңейиўининң ямаса қысылыўының мүмкин екенлиги ҳеш кимнің де басына келмеди. Бәрше адамлар Әлемди барлық ўақытлары да усындай өзгериссиз ҳалда турды ямаса бурынлары белгили бир ўақыт моментинде тап ҳәзирги ҳалдағыдай етилип дөретилди деп есаплады. Бул адамлардың мәңги шынлыққа ямаса өзлери өлсе де Әлемди мәңги ҳәм өзгермейди деп исенгишлигининң ақыбети болып табылады.

Ҳәтте Ньютонның пүткил дүньялық тартылыс нызамы тийкарында Әлемнің статикалық моделинің мүмкин емес екенлигин түсинетуғын алымлардың басларына да кеңейиўши Әлем ҳаққындағы гипотеза келмеди. Олар жүдә үлкен аралықларда тартылыс ийтерилиске айланады деп Ньютон теориясын өзгертиўге умтылды. Бул планеталардың алдын ала болжаў мүмкин болған қозғалысын изертлеўде ҳеш қандай өзгерислерге алып келмеди, бирақ жұлдызлардың шексиз тарқалыўын түсиндириўге мүмкиншилик берди. Себеби жақын орынлардағы жұлдызлардың тартылысы алыста жайласқан жұлдызлардың ийтериўи менен компенсация етилди. Бирақ биз ҳәзир усындай теңсалмақтықтың турақлы болмаитуғынлығын анық билемиз. Мысалы айырым орынларда жұлдызлар бир бирине азмаз жақынласса, олар арасындағы тартылыс күшейеди ҳәм ийтерилис күшининң шамасынан артып кетеди. Нәтийжеде жұлдызлар бир бирине жақынласа баслайды. Егер жұлдызлар арасындағы қашықтық

артса, олар арасындағы ийтерилис күшлери де артады. Нәтиьеде жулдызлар арасындағы аралықлар үлкейеди.

Әлемнің шексиз үлкен статикалық моделине қарсы болған және бир пикирди немис философы Генрих Олберс пенен байланыстырады. Оның 1823-жылы усы моделге байланыслы болған мақаласы баспадан шықты. Ҳақыйқатында Ньютонның көплеген заманласлары да усы мәселе менен шуғылланған еди. Сонлықтан Олберстинң мақаласы бул тараўда шыққан биринши мақала болып табылмайды. Тек ғана көплеген алымлар өз мақалаларында келтиргенликтен Олберстинң мақаласы көпшиликке белгили мақалаға айланған. Әлемнің шексиз үлкен статикалық моделине қайылшылықтың берилмеўи төмендегиге байланыслы: шексиз үлкен Әлемде көриў нуры қандай да бир жулдызға барып тирелиўи керек. Бундай жағдайда аспан хәтте түнде де Қуяштай болып жақтылық шығарып турыўи керек. Олберстинң контраргументи төмендегидей: алыстағы жулдызлардан жетип келетуғын жақтылық жолындағы затларда жутылыўи керек. Бирақ бундай жағдайларда усы затлардың өзлериниң қызыўи хәм жақты жулдызлардай болып жақтылық шығарып турыўи шәрт. Демек Қуяштай болып жақтылық шығарып турыўшы аспаннан қутылыў ушын жулдызлар бәрқулла жақтылық шығарып турған жоқ, ал өтмиштиң белгили бир моментлеринде жақтылық шығара баслады деп жуўмақ шығарыў керек болады. Бундай жағдайларда жақтылықты жутыўшы затлар еле қызып үлгермеген ямаса жулдызлардан шыққан жақтылық еле бизге келип жетпеген болып шығады. Бирақ жаңа сораў пайда болады: неликтен жулдызлар жана баслаған?

Әлбетте, Әлемнің пайда болыў мәселеси көплеген ўақытлардан бери адамлардың басын қатырды. Ертедеги космогония хәм иуда-христиан-мусылман мифлери бойынша бизиң Әлемимиз бурынлары белгили бир ўақыт моментинде (сол ўақыт моментинен бери жүдә көп ўақыт өтпеген) пайда болған. Буған тийкар Әлемнің пайда болыўының "дәслепки себебин" табыў болып табылады. Әлемдеги қәлеген ўақыяны оның келип шығыў себебин көрсетиў менен түсиндиреди. Әлемнің өзиниң бар екенлигин түсиндириў ушын оның пайда болыўи (басының болыўи) зәрүр. Басқа бир тийкарды "Град Божий" китабында Блаженный (қарақалпақшасы кеўли толық, шадлы, масайраған, жайнап жасаған, самсамырақ, жиллилеў, самсам, жилли) Августин басқа бир тийкарды усынды. Ол цивилизацияның раўажланып баратырғанлығын көрсетип адамзатта, Әлем де көп ўақыттан бар деп жуўмақ шығарған. Оның шамасы бойынша Әлем бизиң эрамыздан 5000 жыл бурын жаратылған (Бул ўақыттың соңғы муз дәўириниң ақыры болған бизиң эрамыздан бурынғы 10000 жылға жақын екенлиги қызықлы. Археологлар болса сол дәўирди цивилизацияның басы деп есаплайды).

Аристотелге хәм басқа да грек философларына Әлемнің дәретилиў идеясы жақпады, өйткени бул дәретилиў Қудайдың араласыўына алып келеди. Сонлықтан олар адамларды да, қоршап турған дүньяны да мәңги жасап келди хәм мәңги жасай береди деп есаплады. Цивилизацияның прогрессине келгенде әййемги алымлар дүньяда хәр ўақытларда суў басыў хәм соған усаған катаклизмлер болып турады, ал олар адамзатты цивилизацияның басланғыш ноқатына алып барып қояды деген шешимге келди.

Әлем ўақыттың қандай да бир басланғыш моментинде пайда болды ма, ол кеңисликте шекленген бе деген сораўларға философ Иммануил Кант 1781-жылы шыққан "Сап ақылға сын тағыў" атамасындағы монументаллық (соның менен бирге жүдә қараңғы) мийнетинде айрықша дыққат бөлди. Ол бундай сораўларды таза ақылдағы антиномиялар (яғный қарсылықлар), Әлемнің басының зәрүрлилиги болған тезисти, соның менен бирге Әлемнің мәңги жасайтуғынлығы хәққындағы антитезисти дәлиллеў де, бийкарлаў да мүмкин емес деп есаплады. Егер Әлемнің басы болғанда хәр бир ўақыяның алдында ўақыттың шексиз үлкен дәўири болған болар еди. Бундай жағдайды Кант абсурд деп есаплады хәм не себепли Әлемди

ұақыттың усы моментинде (ал басқа моментинде емес) пайда болды деп сораұ туұылады. Ал ҳақыйқатында Канттың аргументлери тезис ушын да, антитезис ушын да бирдей. Әлемнің мәңги жасағанлығы ямаса мәңги жасамғанлығынан байланыссыз Кант өтмиш ұақытты шексиз үлкен деп есаплады. Бирақ биз алдымызда Әлем пайда болмастан бурын ұақыт түсиниги мәниске ийе болмайтуғынлығын көремиз. Бул жағдайға биринши рет дыққатты Блаженный Августин аўдарды. Әлемди дөретпестен бурын Қудай не менен шуғылланды деп сорағанда ол усындай сораұ бериўшилер ушын Қудай дозақ таярлады деп ҳеш қашан айтқан жоқ. Ол "ұақыт Қудай тәрeпинен дөретилген Әлемнің ажыралмас қәсийети, сонлықтан Әлем пайда болмастан бурын ұақыт болған жоқ" деп есаплады.

Адамлардың көпшилиги статикалық ҳәм өзгермес Әлемге исенген ұақытлары бул Әлемнің басы бар ма деген сораұ метафизика ҳәм теологияға тийисли болды. Барлық бақланатуғын қубылыслар Әлем мәңги жасайды деўши теорияның ямаса Әлемди ұақыттың белгили бир моментинде дөретти деп есаплайтуғын теорияның жәрдемінде түсиндириў мүмкин болды. Бирақ 1929-жылы Эдвин Хаббл илимде әҳмийети уллы болған жаңалық ашты: аспанның қайсы бөлимин изертлесең де барлық узақта жайласқан галактикалардың бизден қашықласып баратырғанлығын көрсетти. Басқа сөз бенен айтқанда Әлем кеңейип баратыр екен. Бул Әлемдеги барлық объектлердің бурынлары ҳәзиргиге қарағанда бир бирине жақын жайласқанлығынан дерек береді. Демек, шамасы буннан он ямаса жигирма мың миллион жыл бурын барлық объектлер бир орында жайласқан ҳәм Әлемнің тығызлығы шексиз үлкен болған деп жуўмақ шығарамыз. Хаббл тәрeпинен ашылған жаңалық Әлем қалай пайда болды деген сораұды илимнің компетенциясына өткерди.

Хабблдың бақлаўлары Әлем шексиз киши ҳәм шексиз үлкен тығызлыққа ийе болған ұақытлары "Үлкен партланыў" деп аталыўшы партланыўдың болғанлығынан дерек береді. Усындай шараятларда илимнің барлық нызамлары мәнислерин жоғалтады ҳәм болажақты болжаўға мүмкиншилик бермейди. Егер үлкен партланыўдан бурын қандай да бир ұақыялар жүз берген болса, олардың ҳәзирги ұақытлары болып атырған ұақыяларға тәсир етпеўи керек. Бақланған нәтийжелердің жоқлығынан оларды есапқа алмаймыз. Үлкен партланыўды ұақыттың есаплаўдың басы деп алыўға болады (себеби оннан бурынғы ұақытлары болған ұақыялар ҳаққында ҳеш нәрсе билмеймиз). Ұақыттың басын усындай етип қабыл етиў Хабблға шекемги ұақыттың басына сәйкес келмейди. Өзгермейтуғын Әлемдеги ұақыттың басы усы Әлемнен тыстағы бир нәрсе арқалы анықланады. Қудай тәрeпинен дөретилген Әлемдеги ұақыттың басын өтмиштеги ұақыттың қәлеген моменти менен байланыстырыў мүмкин. Егер Әлем кеңейиўши болса, онда усы Әлемнің басының болыўының физикалық себеплериниң бар болыўы лазым. Бурынғыдай Әлемди үлкен партланыўда пайда болды ямаса оннан кейинирек Қудай тәрeпинен жаратылды деп есаплаў мүмкин. Бирақ Әлемди үлкен партланыўдан бурын пайда болды деп айтыў ақылға муўапық келмейди. Кеңейиўши Әлем ҳаққындағы көз-қараслар Жаратыўшыны бийкарламайды, бирақ оның мийнетиниң мүмкин болған жарыққа шыққан ұақытына шек қояды!

Әлемнің мәниси, оның басының бар екенлигин, оның ақырының бар-жоқлығы ҳаққында айтыў ушын дәслеп илимий теория дегенимиздің не екенлигин уғып алыўымыз керек. Мен әпиўайы көз-қарасқа сүйенемен: теория деп теориялық шамаларды бизиң бақлаўларымыз бенен байланыстыратуғын қағыйдалар менен толықтырылған Әлемнің ямаса оның қандай да бир бөлиминиң теориялық моделин айтамыз. Бул модель тек ғана бизлердің басларымызда ғана жасайды ҳәм басқаша реаллыққа ийе болмайды (усы сөзлерге қандай мәнис берсек те). Егер төмендегидей еки талапты қанаатландырса теорияны жақсы деп есаплайды: бириншиден тек ғана бир қанша ықтырлы Элементлерди өз ишине қамтыйтуғын моделдің шеклеринде бақлаўлардың кең классын дәл тәрийиплеўи, екиншиден енди өткерилетуғын

бақлаулардың нәтижелери хаққында теория толық анық болған алдын ала болжаулар іслеуіге мүмкіншілік бериуі керек. Мысалы Аристотель теориясы бойынша барлық нәрселер төрт Элементтен - жерден, ғауадан, оттан хәм суудан турады. Теория деп атау ушын жеткиликли дәрежеде әпиуайы. Бирақ бул теория тийкарында хеш нәрсени болжап айтуу мүмкин емес. Ньютонның тартысуу теориясы оннан да әпиуайырақ моделден келип шығады. Бул теорияда денелер бир бирине массалары деп аталуушы базы бир шамаға тууры пропорционал, ал усы денелер арасындағы қашықтықтың квадратына кери пропорционал күш пенен тартысады. Соның менен бирге Ньютон теориясы Қуяштың, Айдың, басқа да планеталардың қозғалысын дәл анықлайды.

Дурыслығын дәлиллеу мүмкин емес гипотеза болып табылғанлықтан қәлеген физикалық теорияны уақытша характерге ийе деп түсинемиз. Теория эксперимент пенен сәйкес келеди деп қаншама көп айтылса да, келеси жаңа экспериментлер нәтижелери теорияға қайшы келмейди деп исеним менен айта алмаймыз. Соның менен бирге қәлеген теорияны нәтижесі сәйкес келмейтуғын бир эксперименттиң өзи бийкарлауы мүмкин. Философ Карл Поппер (илим философиясы бойынша қәниге) былай атап өткен еди: жақсы теорияның белгиси соннан ибарат, бул теория тәрепинен болжап айтылғанлар принципінде эспериментте бийкарланыуы мүмкин. Болжауларын экспериментлер тастыйықлаған теориялар өзиниң жасағышлығын көрсетеди, усы теорияға болған бизиң исенимлеримиз беккемлениди. Бирақ тек бир ғана бақлау теория менен сәйкес келмесе бизиң теориядан бас тартыуымыз ямаса бул теорияны қайтадан іслеуимиз керек. Улыума алғанда теорияға байланыслы болған логика усылардан ибарат. Бирақ соның менен бирге бақлауды өткерген адамның компотентлиги хаққында да барлық уақытлары гүман жоғалмайды.

Практикада жаңа теорияның бурынғы теорияның кеңейтилген түри екенлиги жийи ушырасады. Мысалы Меркурий планетасының қозғалысын дәл бақлау усы планетаның қозғалысы менен Ньютонның тартысуу теориясы арасында үлкен емес айырмашылықтың бар екенлигин көрсетти. Эйнштейннің салыстырмалық теориясы бойынша Меркурий Ньютон теориясы бойынша алынатуғын қозғалыстан азмаз парық пенен қозғалады. Эйнштейннің болжауларының бақлау жуумақлары менен сәйкес келиуі, ал Ньютон болжауларының бақлау жуумақлары менен сәйкес келмеуі жаңа теорияның тастыйықлауында үлкен орын ийеледи. Ал практикада болса биз елеге шекем Ньютон теориясын қолланамыз. Себеби бул теорияның нәтижелери Эйнштейннің улыұмалық салыстырмалық теориясының нәтижелеринен жүдә аз парық қылады (Ньютонның теориясының артықмашлығы соннан ибарат, оның менен іслесиу Эйнштейннің теориясы менен іслесиуіге қарағанда жүдә аңсат).

Әлбетте илимнің мақсети Әлемди тәрийиплейтуғын бирден бир теорияны дүзиу болып табылады. Бул мәселени шешиу барысында алымлар теорияны еки бөлімге бөледі. Биринши бөліми - Әлемнің уақыт бойынша қалай өзгеретуғынын анықлайтғын ызамлар (Уақыттың берилген моментінде Әлемнің қандай екенлигин биле отырып, уақыттың өтиуі менен қандай өзгеріслердің жүз берететуғынлығын анықлайтуғын ызамлар). Екинши бөлім - Әлемнің дәслепки халы хаққындағы проблема. Гейпаралар илимнің тек биринши бөліми менен шуғылланыуы керек, ал дәслепки хал хаққындағы проблеманың шешилиуін метафизика хәм диннің иси деп есаплайды. Усындай пикирдің тәрепдарлары Қудай хаммеден де қудиретли болғанлықтан Әлемди өзиниң қәлеуі бойынша "хәрекетке келтирип" жибереди деп жуумақ шығарады. Егер олар хақ болса, Қудайдың Әлемди пүткіллей ықтыярлы етип дөретиу мүмкіншілиги болған. Бирақ қалай деген менен Қудай (шамасы) Әлемди анық ызамлар бойынша рауажланатуғын етип дөреткен. Бундай жағдайда Әлемнің дәслепки халын да ретлейтуғын ызамлар бар деп болжау логикаға сәйкес келеди.

Пүткіл Әлемди тәрийиплейтуғын теорияны дүзиу оғада қыйын мәселе болып

шықты. Сонлықтан бундай теорияны дүзиўдиң орнына мәселени бөлимлерге бөлемиз хәм сәйкес дара теорияларды жаратамыз. Солардың хәр бири шекленген бақлаўлар классын тәрийиплейди хәм басқа бөлимлердиң тәсирин есапқа алмайды ямаса бул тәсирлерди санлардың эпийайы жыйнағы түринде пайдаланады. Мүмкин, бундай етип мәселени шешиў дурыс емес шығар. Егер Әлемде барлығы да басқалардан фундаменталлық түрде ғәрезли болса, мәселениң айырым бөлимлерин басқа бөлимлерден бөлип алып изертлеў арқалы толық шешимге жақынласыўға болмайды. Бирақ соған қарамастан бурынлары бизиң алға илгерилеўимиз усындай жол менен жүрди. Бул жағдайдың классикалық мысалы тағы да Ньютонның тартылыс теориясы болып табылады. Бул теория бойынша еки дене арасындағы гравитациялық күш хәр бир денениң тек ғана бир характеристикасы болған массаға ғәрезли. Ал усы денениң қандай затлардан туратуғынлығына байланысly емес. Демек Қуяш, планеталар қозғалатуғын орбиталарды есаплаў ушын олардың қурылысы, қурамы ҳаққындағы теория керек емес.

Хәзирги ўақытлары Әлемди тәрийиплейтуғын еки теория бар. Олар улыўмалық салыстырмалық теориясы хәм квантлық механика. Еки теория да өткен әсирдиң биринши ярымындағы алымлардың оғада үлкен болған интеллектуаллық тырысыўларының жуўмағы болып табылады. Улыўмалық салыстырмалық теориясы гравитациялық тәсирлесиўди хәм Әлемниң ири масштаблық қурылысын тәрийиплейди [бир неше километрлерден миллион миллион миллион миллион (бирдиң изине жигирма төрт нолди қойыў керек) километрге шекемги ямаса Әлемниң бақланатуғын бөлиминиң өлшемлери]. Квантлық механика болса сантиметрдиң миллионнан бириниң миллионнан бириндей масштаблардағы қубылыслар менен ис алып барады. Еки теория бир бири менен "сыйыспайды" - олардың екеўи де бир ўақытта дурыс болмайды. Хәзирги физикадағы изертлеўлердиң бас бағдарларының бири, соның менен бирге усы китаптағы бас тема сол еки теорияны бириктирип жаңа "гравитацияның квантлық теориясы" деп аталатуғын теорияны излеў болып табылады. Хәзирше бундай теория жоқ. Бирақ бул теорияның ийе болыўы керек көплеген қәсийетлерин билемиз. Келеси бапларда гравитацияның квантлық теориясынан қандай болжаўлардың келип шығатуғынлығыны ҳаққында көп нәрсениң белгили екенлигин көремиз.

Егер Әлемди ықтыярлы емес, ал анық болған нызамлар бойынша раўажланады деп есаплайтуғын болсаңыз, сизге ақыр-аяғында барлық дара теорияларды бириктирип Әлемди толығы менен тәрийиплейтуғын толық теорияны дүзиўге туўра келеди. Усындай бирден бир теорияны излеў астында бир фундаменталлық парадокс жатыр. Жоқарыдағы илимий теориялар ҳаққында айтылғанлар бизлерди саналы жанызат, Әлемде түрли-түрли бақлаўлар өткере ала аламыз хәм солардың тийкарында логикалық жуўмақлар шығара аламыз деп есаплайды. Усындай схемада бизиң Әлемимиз бағынатуғын нызамларды түсиниўге жақынласа аламыз деп есаплаў тәбийий нәрсе болып табылады. Егер бирден бир теория ҳақыйқаттан да бар болатуғын болса, бул теорияның бизиң ҳәрекетлеримизге қандай да бир тәсир жасаўы керек шығар. Бундай жағдайда теорияның өзи бизиң сол теорияны излеўимиздиң нәтийжесин анықлаўы керек! Ал неликтен бул теория бақлаўлардан дурыс жуўмақлар шығаратуғынлығымызды алдын-ала айта алады? Неликтен бул теория сондай табыслар менен бизди дурыс емес жуўмақлар шығарыўларға яки пүткиллей жуўмақтың шығарылмаўына алып келмейди?

Бул сораўларға мен тек бир жуўап бере аламан. Бул жуўап тәбийий таңлаўдың Дарвин принципине тийкарланған. Өзин өзи қайтадан дәретиўге уқыплы организмлердиң қәлеген популяциясында айырым индивидуумды тәрбиялаўда генетикалық вариациялар менен айырмалардың болыўы мүмкин. Бул айырым индивидуумлардың басқаларға қарағанда қоршап турған орталықлар ҳаққында дурыс жуўмақлар шығара алады хәм усы жуўмақларға сәйкес ҳәрекет етеди дегенди

аңлатады. Бундай индивидуумлардың жасай алыу мүмкіншилиги жоқары, себеби олардың ойлары менен минез-құлқы үстемірек болады. Бурынлары интелект хәм илимий ашыуларға қәбилетлик жасай алыуда артықмашлықты тәмийинледі. Бирақ усы айтылғанлардың хәзирги уақытлары дурыс екенлиги көринип турған жоқ: бизиң илимий ашыуларымыз бизлерди жоқ қылыуы да мүмкін. Егер бундай болмаған жағдайда да толық бирден бир теорияның бизиң жасап қалыуымызға күшли тәсир жасайтуғынлығы хаққында хеш нәрсе айта алмаймыз. Қалай деген менен Әлемнің белгили бир тәртип пенен рауажланып атырғанлығына байланысly жасалма таңлап алыудың нәтийжесинде алынған талқылау қәбилетлилиги бирден бир толық теорияны излеуде анық көзге көринеди хәм қәте жууақлар шығарыудан қутқарыуға жәрдем береді.

Хәзирги уақытлардағы бар болған дара теориялар экстремаллық ситуациялардын басқа барлық ситуацияларда да дәл болжаулар жасау ушын жеткиликли болғанлықтан Әлемнің ең ақырғы теориясын излеу практикалық мақсетке ерисиу талапларына жууап бермейди (Бирақ усындай сөзлерди салыстырмалық теориясы менен квантлық механика хаққында да айтыуымыз мүмкін, себеби усы теориялар ядролық физика менен микроэлектроникада революциялық өзгерислерге алып келди). Солай етип бирден бир теорияны ашыу бизлердің жасап қалыуымызға мүмкіншилик бермейди, хәтте бизиң өмиримиздің өтиуйне хеш қандай тәсирин жасамайды. Цивилизацияның басында адамларға түсиниксиз хәм бир бирине байланыспаған уақыялар менен қубылыслар жақпады, олар бизиң дүньямыздың тийкарында туратуғын тәртипти қәледі. Хәзирги күнге шекем биз не себепли биз усы жердемиз, неден пайда болдық деген сорауларға жууап бериуди әрман етемиз. Адамзаттың билимге болған умтылыуы излеулерди дауам еттириуймиз ушын жеткиликли дәрежедеги тийкар болып табылады. Ең ақырғы мақсетимиз - биз жасап атырған Әлемди толық тәрийиплеу.

Екинши бап. Кеңислик хәм уақыт

Қозғалыс нызамлары хаққындағы бизиң хәзирги күндеги көз-қарасларымыз Галилей менен Ньютоннан басланған. Оларға шекем Аристотельдің көз-қарасы басшылыққа алынып келди. Ол қәлеген денениң тәбийий халы тынышлық, ал денелер күш ямаса импульстиң тәсиринде қозғала баслайды хал деп есаплады. Усыннан ауыр денелер жеңил денелерге салыстырғанда жерге тезірек қулап түседі деген түсиник келип шыққан. Аристотель қәлиплестирген дәстүр бойынша Әлемди басқаратуғын барлық нызамларды адам ойында келтирип шығарыуға болады хәм сонлықтан да оларды тәжирийбеде сынап көрип жүриудің кереги жоқ. Сонлықтан Галилейге шекем хәр қандай салмаққа ийе денелер жерге хәр қыйлы тезликлер менен қулап түсетуғынлығын тексерип көриу хеш кимнің де басына келмеди. Галилей қулап баратырған Пизан минарынан (Падающая Пизанская башня) түсиуши денелердің тезликлерин салыстыруы арқалы Аристотель тәлиматының дурыс емес екенлигин дәлиллеген деген әңгимелер бар. Бирақ бул әңгимелер ойдан шығарылған болса керек. Бирақ Галилей соған уқсас тәжирийбелер иследи: ол қыя тегислик бойынша хәр қыйлы салмаққа ийе шарларды төменге қарай домалатты. Галилейдің өлшеулері сол шарлардың тезлигинің салмаққа байланыссыз бирдей болып өсетуғынлығын көрсетти. Мысалы хәм он метрде бир метр төменге түсетуғын қыялық бойынша шарларды домалатқанда олардың салмағы қандай болса да тезлик биринши секундтың ақырында секундына бир метрге, екинши секундтың ақырында еки метр/секундқа х.т.б. тең болады. Әлибетте қорғасыннан исленген шарлар құс пәринен тезірек түседі. Бирақ буның себеби хауаның қарсылығына байланысly: пәр хауда қорғасынға қарағанда көбірек қарсылыққа ушырайды. Егер хауаның

қарсылығы бірдей болған екі дене алатуғын болсақ (мысалы хәр қыйлы салмаққа ийе қорғасыннан исленген тәрези таслары), олар Жерге бірдей тезликлерде келип түседі. Ньютон өзінің назамларын Галилей тәрепинен өткерилген тәжірийбелерге тийкарланып ашты. Галилей экспериментлерінде қыя тегислик бойынша түсіуші денеге барлық ұақытта да бірдей күш тәсир етти (усы денениң салмағы), усының салдарынан денениң тезлиги артты. Усыннан тәсир етиуші күштің шын мәнісінде денениң тезлигин өзгертетуғынлығын көрсетти. Сонлықтан бурынлары орын алған күш денени қозғалыуға мәжбүрлейди деген пикир бийкарланды. Усы айтылғанлар денеге күш тәсир етпегенде оның тууры сызық бойынша турақлы тезлик пенен қозғалатуғынлығын көрсетти. Усындай пикирди Ньютон 1687-жылы жарық көрген "Математикалық басламалар" китабында биринши рет келтирди. Хәзирги ұақытлары бул ызам Ньютонның Биринши ызамы деп аталады. Денеге күш тәсир еткенде нениң болатуғынлығы хаққында Ньютонның екнши ызамында айтылады. Екнши ызам денениң тезлениуінің тәсир етиуші күштің шамасына пропорционал екенлигин билдиреди (егер күш 2 есе артса, тезлениу де 2 есе артады). Буннан басқа денениң массасы қаншама үлкен болса тезлениу де соншама киши болады (берилген күш массасы екі есе кем болған денеге тәсир еткенде екі есе үлкен болған тезлениу пайда етеди). Автомобилде орын алатуғын ауҳал хәммеге де мәлим: двигатели қаншама кууатлы болса, ол автомобилге соншама үлкен тезлениу береді, ал автомобильдің өзінің салмағы қаншама көп болса, сол двигателдің беретуғын тезлениуі соншама киши болады. Қозғалыс ызамларынан басқа Ньютон тартылыс күши бағынатуғын ызамды да ашты. Бул ызам мынадай мәніске ийе: қәлеген дене өзіне басқа денени усы екі денениң массаларына пропорционал күш пенен тартады. Демек усы денелердің биреуінің массасын екі есе арттырсақ (А денесінің деп айтайық) денелер арасындағы тартысуы күшинің шамасы да екі есе артады. Бундай жағдайда А денесін массалары усы денениң дәслепки массасындай болған екі денеден қуралған деп қарауымызға болады. Сонлықтан усы екі денениң хәр бири В денесіне дәслепки күш пенен тартылыуы керек. Егер денелердің биреуінің массасын екі есе, екншисінің массасын үш есе арттырсақ тартылыс күшинің шамасы дәслепки күштің шамасынан алты есе өскен болған болар еди. Енди барлық денелердің Жерге бірдей тезлик пенен түсетуғынлығын түсиниуе болады: екі есе үлкен салмаққа ийе денени төменге қарап екі еселенген гравитациялық күш тартады, бирақ оның массасы 2 есе үлкен. Ньютонның екнши ызамы бойынша тезлениу массаға кери пропорционал, сонлықтан усы екі эффект бир бирин компенсациялайды хәм Жер бетине қарай бағытланған тезлениу барлық жағдайларда да бірдей болады. Ньютонның тартылыс ызамы денелер бир бири менен усы денелердің ара қашықлығының квадратына кери пропорционал болған күш пенен тартысады деп айтады. Демек бул ызам бойынша ара қашықлық екі есе кемейген жағдайда екі жулдыздың арасындағы гравитациялық тартыу күши төрт есе артады. Ньютонның ызамы Жердің, Айдың, планеталардың орбиталарын жоқары дәликте есаплауға мүмкиншилик береді. Егер пүткил дүньялық тартылыс ызамы басқашарақ болғанда хәм гравитациялық тартылыс күшинің шамасы Ньютон ызамындағыға қарағанда тезирек кемейсе, онда планеталардың орбиталары эллипслер болмай Қуяшқа келип соғатуғын спираллар болған болар еди. Ал гравитациялық тартылыс күшинің шамасы қашықлыққа байланыслы әстерек өзгертетуғын болса алыстағы жулдызлардың тартыу күши Жердің тартыу күшинен артық болған болар еди.

Аристотель тынышлықтағы хал басқа халларға қарағанда артықмашлыққа ийе, егер сырттан күш тәсир етпесе денелер барлық ұақытта усндай тынышлық халда турады деп есаплады. Бундай көз-қарас Галилей хәм Ньютонның көз-қарасларынан пүткиллей басқаша. Мысалы Аристотель Жерди тынышлықта турады деп есаплады. Ньютонның ызамларынан болса тынышлықтың бирден бир эталонының жоқ екенлиги келип шығады. Сиз бірдей тийкарда А денеси тынышлықта тур, В денеси А

денесине салыстырғанда турақлы тезликте қозғалады, ямаса В денеси тынышлықта тур, ал А денеси В денесине салыстырғанда турақлы тезликте қозғалады деп айта аласыз. Мысалы, егер Жердің өз көшери дөгерегіндегі суткалық айланысы менен оның Қуяш дөгерегіндегі қозғалысын есапқа алмасақ, онда Жерди орнында тур, ал поезд арқа тәрепке қарай саатына 90 километрлік тезлик пенен қозғалып баратыр деп те, поезд тынышлықта тур, ал Жер болса поездға салыстырғанда түслик тәрепке саатына 90 километрлік тезлик пенен қозғалып баратыр деп те айта аламыз. Егер поезддың ишиндегі адам қозғалыушы денелер үстине экспериментлер өткерген болса Ньютонның барлық нызамлары орынланады деп жуўмақ шығарған болар еди. Мысалы жүрип баратырған поезд ишинде стол үстиндегі теннис ойнасаңыз поезддың жүрип баратырғанлығына ямаса жүрмей турғанлығына байланыссыз шариктің траекториясының Ньютон нызамларына бағынатуғынлығын көресиз. Тынышлықтың абсолют эталонының жоқлығы хәр қыйлы ўақыт моментлеринде болып өткен базы бир еки ўақыя кеңисликтің бир ноқатында болған-болмағанлығын анықлаудың мүмкин емеслигин билдиреди. Мейли қозғалып баратырған поездда бизің шаригимиз столдан вертикал бағытта секирсин хәм бир секунддан кейин столдың сол точкасын қайтып түссин. Ал поезддан сыртта турған адам ушын шарик секирген ноқат менен қайтып келип түскен ноқат арасында қырық метрдей қашықлық бар (шарик секирген ўақыттан баслап қайтып түсемен дегенше поезд қырық метрдей аралықты өтті). Солай етип абсолют тынышлық халдың жоқлығы Аристотель ойлағандай етип ҳеш бир ўақыяға да кеңисликте абсолют орын бериўге болмайтуғынлығын билдиреди. Ўақыялардың кеңисликтегі орны хәм олар арасындағы қашықлық поездда кетип баратырған хәм темир жол қасында турған адамлар ушын хәр қыйлы болады хәм сол еки бақлаўшының бирейуиниң аўхалы екиншисиниң аўхалына қарағанда атрықмашлыққа ийе деп айтыўға ҳеш қандай тийкар жоқ.

Ньютонды кеңисликтегі абсолют аўхалдың болмаўы (ямаса абсолют кеңисликтің болмаўы) күшли тынышсызландырды. Себеби бул абсолют Қудай идеясына қайшы келди. Сонлықтан өзи ашқан нызамларға сәйкес келмесе де Ньютон абсолют кеңисликтің жоқлығын қабыл етиўден бас тартты. Усыған байланыссы көплеген адамлар Ньютонды оның иррационаллық бас тартқышлығы ушын әшкаралады. Мысалы епископ Беркли - философ барлық материаллық денелер және кеңислик хәм ўақыт иллюзия деп есаплады (Берклидің усындай көз-қарасын еситкен белгили доктор Джонсон "Мен буны былай бийкарлайман!" деп бақырып жиберген, үлкен тасты аяғы менен тепкен хәм тең салмақлығын зорға сақлап қалған).

Аристотель де, Ньютон да абсолют ўақытқа исенди. Олар еки ўақыт арасындағы интервалды бир мәнисли өлшеў мүмкин, ал өлшеўдің нәтийжеси кимнің өлшегенлигине байланыссы болмайды, тек ғана өлшеўшилерде дурыс жүретуғын саатлардың болыўы керек деп билди. Ўақыт кеңисликтен пүткиллей бөлип алынды хәм кеңисликтен ғәрезли емес деп есапланды. Көпшиликтиң, дурыс ойлаўшы адамлардың көз-қарасы усындай еди. Бирақ бизлерге кеңислик хәм ўақыт ҳаққындағы көз-қарасларды өзгертиўге туўра келди. Жоқарыда айтылған "дурыс ойлайтуғын адамлардың" ойларына тийкарланған көз-қараслар салыстырмалы әсте қозғалатуғын объектлерге (алма, планета) тийисли. Бирақ бундай көз-қараслар жақтылықтың тезлигине жақын болған тезликлерде пүткиллей жарамсыз болып шықты.

Жақтылықтың жүдә үлкен, бирақ шекли тезлик пенен тарқалатуғынлығын 1676-жылы Дания астрономы Оле Христенсон Рюмер анықлады. Ол Юпитердің жолдасларының оның артынан өтиў ўақытларының бирдей интервалда қайталанбайтуғынлығын анықлады. Егер Юпитердің жолдаслары турақлы тезлик пенен қозғалатуғын болса планетаның артынан өтиўлери бирдей интервалларда қайталаныўы керек. Жер менен Юпитердің Қуяштың дөгерегинде айланыўының

нәтижесінде бұл екі планета арасындағы қашықтық өзгереді. Р-мер бұл қанша қашықта болсақ Юпитердің жоласарының тұтылуының соншама көбірек кешігуін бақылауға болады. Ол бұны бұл алыста тұрғанымызда жолдардан келетінін жақтылықтың бізге шамамен көбірек уақыт жүретуінлігінен деп түсіндірді. Бірақ Р-мер Жер менен Юпитер арасындағы қашықтықты дәл өлшей алмайды және ол алған нәтиже 140000 миль/с болып шықты (қазіргі уақыттағы жақтылықтың тезлігі 186000 миль/с (1 миль = 1.609 км. Жақтылықтың тезлігінің қазіргі мәнісі 299 792 458 м/с). Усыған қарамастан Р-мердің табысы ұлы табыс болып есептелді. Өйткені ол жақтылықтың тезлігінің шекі екенлігін көрсетіп ғана қоймай, оның мәнісін де өлшеді. Бұл уақыт Ньютонның "Математикалық баслама" сы жарық көрген уақыттан он бір жыл бұрын жүз берді.

Жақтылықтың тарқалуының қажетті теориясы 1865-жылға шамамен болған жоқ. Усы жылы Англиялы физик Джеймс Кларк Максвелл сол уақыттары электр және магнит күштерін тәрікпейтуін екі дара теорияны биіктіре алды. Максвелдің теңдемелерінен екі майданнан туратуын электромагнит майданында қазізде тарқатуын толқындай тұрақты тезлік пенен тарқатуын толқын тәрізлі қозғалының тарқалуының мүмкін екенлігін көрсетті. Егер толқын ұзындығы (демек толқынның қозғалыс екі өрнегі арасындағы қашықтық) метр ямаса оннан үлкен болса бұл радиотолқындарына ие боламыз. Қысқарақ толқындарды аса жоғары диапазондағы (олардың ұзындықтары сантиметрлер) және инфрақызыл диапазондағы (сантиметрдің он мыңнан бір үлесі) толқындар деп атаймыз. Көзге көрінетінін жақтылықтың толқын ұзындығы сантиметрдің қырық-сексен миллионнан бір үлесін құрайды. Ультрафиолет, рентген және гамма нурларының толқын ұзындықтары бұнан да қысқа.

Максвелл теориясы радиотолқындар менен жақтылықтың бірдей, шамасы анық болған тезлік пенен тарқатуының көрсетті. Ньютон теориясы абсолют тынышлық көз-қарасынан құтқарғанлықтан, енді сол анық болған тезліктің неге салыстырғандағы тезлік екенлігін анықтау зәрулігі пайда болды. Усыған байланысты барлық орталықты (кеңістікті), хәтте "бослықты" толтырып туратуын "эфир" деп аталатуын басы бір субстанция бар постулат қабыл етілді. Жақтылық толқындары эфирде сәт толқындарының қазізде тарқалғанындай болып тарқалады деп есептелді және сонлықтан да жақтылық толқындарының тезлігі усы эфирге салыстырғандағы тезлік болып табылады. Эфирге салыстырғанда хәр қылы тезліктер менен қозғалушы бақылаушылар өз өлшеулерінде жақтылық тезлігі үшін хәр қылы шамадағы тезліктерді алуы керек. Бірақ барлық жағдайларда да жақтылық толқындарының эфирге салыстырғандағы тезлігі бірдей мәніске ие болуы керек. Мәселен Жер эфирде өзінің орбитасы бойынша Қуаштың дөгерігінде айландуын болғанлықтан Жердің бір бағытта қозғалғанда алынуын жақтылық тезлігінің шамасы (усы уақыттары Жер жақтылық дерегіне қарай қозғалады деп есеплейік) ярым жылдан кейін (демек бұндай уақыттары Жер қарама-қарсы бағытта қозғалады және жақтылық дерегінен қашықтасады) алынған тезлікке тең болмауы шарт. 1887-жылы Альберт Майкельсон (кейінірек Нобель сыйлығын алуға миясар болған бірінші Америкалы алым) және Эдвард Морли Кливленд әмелі илімдер мектебінде оғада жоғары дәлдіктегі эксперимент өткерді. Майкельсон және Морли Жердің қозғалуы бағытындағы жақтылықтың тезлігі менен Жер усы бағытқа перпендикуляр бағытта қозғалғандағы алынған жақтылықтың тезліктерін салыстырды. Олар таң қаларлықтай нәтиже алды: екі жағдайда да жақтылықтың тезліктері бірдей мәніске ие болып шықты!

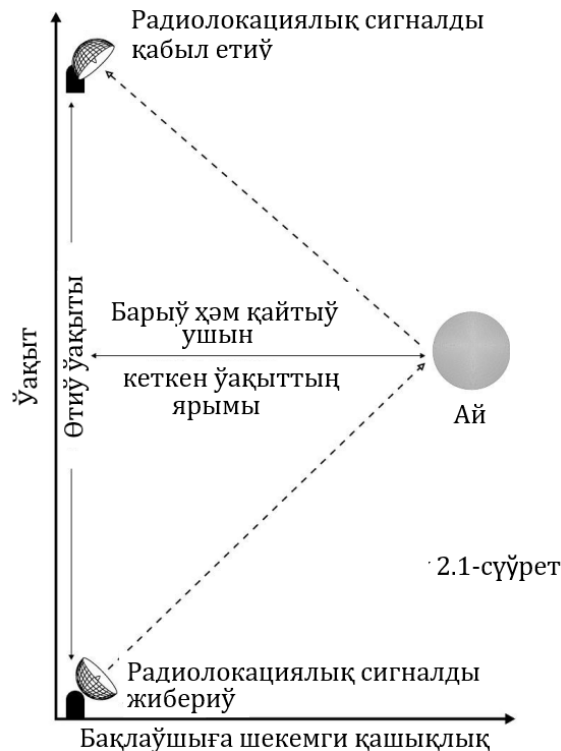
1887-жылдан 1905-жылдарға шамамен Майкельсон және Морли тәжірибелерінің нәтижелерін түсіндіріу бойынша хәрекеттер етілді (солардың ішіндегі ең белгілісі Дания физигі Хенрик Лоренцке тийісі) және оның себебін эфирде қозғалушы денелердің барлығы да өзінің өлшемдерін қозғалыс бағытында

қысқартатуғынлығына, қозғалып баратырған саатлардың жүриуі әстеленеттуғынлығына байланыстырылды. Бірақ 1905-жылы Альберт Эйнштейн деген Швейцария патент бюросының сол ұақытқа шекем илим дүньясында хеш кимге белгисиз хызметкери өзиниң кейинирек үлкен даңққа миясар болған мақаласын жәриялады. Бул мақалада абсолют ұақыттан бас тартылғанда хеш қандай эфирдің керек болмайтуғынлығы көрсетилди. Арадан бир неше хәпте өткеннен кейин тап сондай көз-қарасты ең алдыңғы қатар француз математиги Анри Пуанкаре усынды. Эйнштейн тәрөпинен келтирилген аргументлер мәселеге таза математикалық көз-қараслар менен қараған Пуанкаре тәрөпинен келтирилген аргументлерге қарағанда физикаға жақын еди. Эйнштейн хәққында айтқанда жаңа теорияның дөретиушиси, ал Пуанкарениң атын сол теорияның әхмийетли бөлимин ислеп шыққан алым сыпатында айтады.

Салыстырмалық теориясы деп аталыушы жаңа теорияның фундаменталлық постулаты мынадан ибарат: тезлигинен ғәрезсиз еркин қозғалыушы барлық бақлаушылар ушын илим нызамлары бирдей болады. Бул постулат Ньютон нызамлары ушын дурыс деп есапланған еди, енди ол Максвелл теориясы менен жақтылықтың тезлиги ушын да дурыс болып шықты. Қәлеген бақлаушы тәрөпинен өлшенген жақтылықтың тезлиги усы бақлаушылардың қандай тезликлер менен қозғалыуынан ғәрезсиз бирдей мәниске ийе болады. Усы әпиуайы принциптен оғада әхмийетли болған нәтийжелер келип шығады. Солардың ишиндеги ең әхмийетлисиси $E = mc^2$ түринде Эйнштейннің белгили теңлемесинде берилген масса менен энергияның эквивалентлилиги (теңлемедә энергия E , масса m , жақтылықтың тезлиги c арқалы белгиленген) хәм жақтылықтан тезирек хеш нәрсе де қозғала алмайды деген нызам болып табылады. Масса менен энергияның эквивалентлилигинен қозғалып баратырған денениң энергиясының массаға қосылыуының кереклиги келип шығады. Басқа сөз бенен айтқанда энергия қаншама көп болса тезликти өзгертиу соншама қыйын болады. Бундай эффекттиң жақтылықтың тезликлерине жақын болған жоқары тезликлерде әхмийетке ийе болатуғынлығын умытпауымыз керек. Мысалы, егер қандай да бир объекттиң тезлиги жақтылық тезлигиниң 10 процентин құрайтуғын болса оның массасы нормал жағдайдағыдан 0.5 процентке ғана жоқары болады. Бірақ тезлик жақтылық тезлигиниң 90 процентин құрағанда массаның шамасы нормал жағдайдағыдан 2 есе үлкейеди. Объекттиң тезлиги үлкейген сайын оның массасы да тезирек өседи. Сонлықтан буннан былай тезлетиу ушын үлкен энергия талап етиледи. Объекттиң тезлиги хеш ұақытта жақтылықтың тезлигине тең бола алмайды, бундай жағдайда оның массасы шексиз үлкен мәниске ийе болған болар еди. Масса энергияға эквивалент болғанлықтан жақтылықтың тезлигиндей тезликке жетисиу ушын шексиз үлкен энергия зәрүр. Солай етип салыстырмалық принципи бойынша қәлеген объекттиң барлық ұақытта да жақтылық тезлигинен киши тезлик пенен қозғалыуы лазым болады. Тек жақтылық хәм "меншикли" массаға ийе емес басқа да толқынлар жақтылық тезлигине тең тезлик пенен қозғала алады.

Салыстырмалық принципиниң келеси әхмийетли нәтийжеси бизиң кеңислик хәм ұақыт хәққындағы көз-қарасларымыздағы революция болып табылуында. Ньютон теориясы бойынша бир ноқаттан екінши ноқатқа жақтылық импульси жиберилетуғын болса барлық бақлаушылар тәрөпинен өлшенген ұақыттың шамасы бирдей болады (себеби ұақыт абсолют). Бірақ өтилген жол хәр бир бақлаушы ушын хәр қыйлы болыуы мүмкин (себеби кеңислик абсолют емес). Жақтылықтың тезлиги өтилген жол бөлинген ұақыт болғанлықтан хәр қыйлы бақлаушылар жақтылық ушын хәр қыйлы тезликлерди алады. Салыстырмалық теориясынан барлық бақлаушылар жақтылықтың тезлигиниң қандай болатуғынлығын биледи. Жақтылық тәрөпинен өтилген жол хәққында бақлаушыларда келисим жоқ хәм усыған байланыслы жақтылықтың қандай ұақыт жүргенлиги хәққында да келисимнің болмауы керек. Басқа сөз бенен айтқанда салыстырмалық теориясы

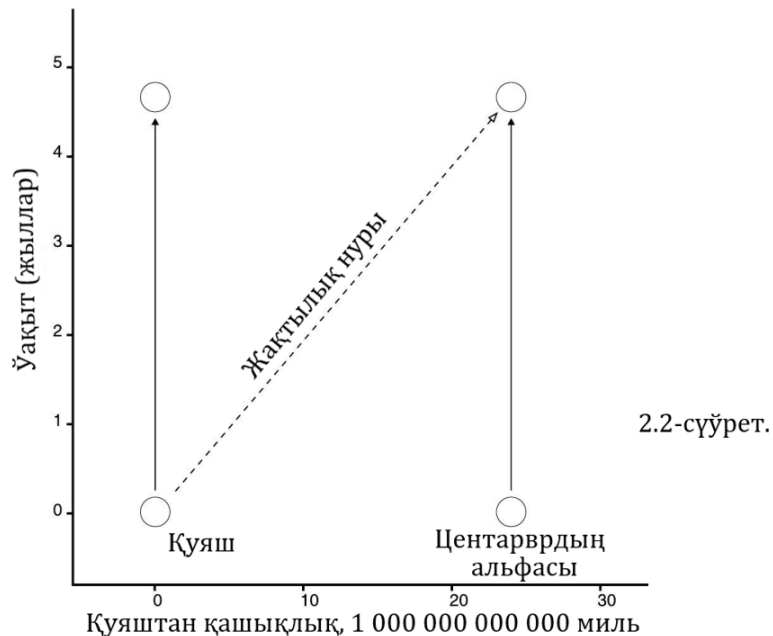
абсолют уақыт түсинигин бийкарлады. Хәр бир бақлаўшыда өзиниң саатлары менен өлшенетуғын уақыт масштабы болады, ал хәр бир бақлаўшыдағы бирдей саатлардың көрсетиўлериниң бирдей болуы шәрт емес.



Хәр бир бақлаўшы радиолокация жәрдеминде жақтылық импульсын ямаса радионурланыў импульсын жиберіу арқалы қандай да бир уақыяның қашан хәм қай орында болғанлығын анықлай алады. Жиберилген сигналдың бир бөлеги шағылысып қайтып келеди хәм бақлаўшы эхо-сигналдың қайтып келиуи ушын кеткен уақытты өлшейди. Уақыяның уақты сигналды жиберіу уақты менен оның қайтып келиу уақтының ярымы болады: уақыяға шекемги қашықлық нурдың туўры хәм кейин қайтыу ушын кеткен уақыттың ярымын жақтылықтың тезлигине көбейткенге тең (уақыя деп кеңисликтің белгили бир ноқатында анық бир уақыт моментинде жүз берген бир нәрсени түсинемиз). Бул айтылғанлардың барлығы да 2.1-сүүресте келтирилген кеңислик-уақыт диаграммасының жәрдеминде түсиндириледі. Биз айтып өткен методта бақлаўшылар бир бирине салыстырғанда қозғалады, бир уақыяға хәр қыйлы уақыт пенен кеңисликтеги хәр қыйлы орынларды белгилейди. Хәр қыйлы бақлаўшылар тәрәпинен өткерилген өлшеулердің хеш қайсысы да басқаларына салыстырғанда артықмашлыққа ийе емес, бирақ олардың барлығы да бир бирине байланысқан. Егер өзине салыстырғандағы тезлигин билетуғын болса Хәр бир бақлаўшы екинши бақлаўшының берилген уақыяға қандай уақытты, усы уақыяның кеңисликтеги орнын алатуғынлығын дәл есаплай алады.

Қашықлықларды дәл анықлау ушын хәзирги уақытлары жоқарыда келтирилгендей усылдан пайдаланады. Себеби биз уақытты қашықлыққа қарағанда дәл өлшей аламыз. Хәтте 1 метр цезий саатының жәрдеминде жақтылықтың 0.000000003335640952 секунд ишинде жүрип өлетуғын узынлығы етип алынады (бул узынлық өз гезегинде Париж қаласында сақланып турған эталон платина стерженнің узынлығына тең). Жақтылық секунды деп аталатуғын қолайлырақ болған узынлықтың жаңа бирлигинен пайдаланыуымыз да мүмкин. Бул жақтылық 1 секундта жүрип өлетуғын узынлық болып табылады. Хәзир салыстырмалық теориясында қашықлық уақыт хәм жақтылық тезлиги арқалы анықланады. Буннан әхмийетли жуўмақ келип шығады: жақтылықтың тезлигин өлшей отырып хәр бир

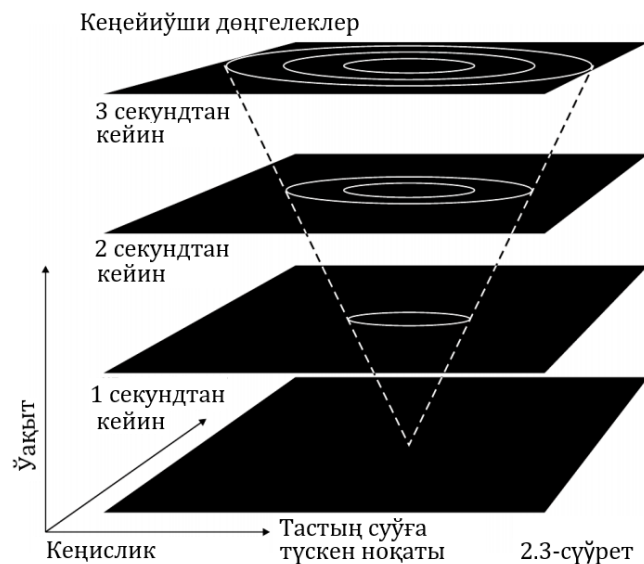
бақлаушы бірдей нәтиже алады (анықлама бойынша 0.000000003335640952 секундта 1 метр). Майкельсон-Морли тәжірийбеси эфирдің бар- жоқлығын анықлаудың мүмкін емесігін көрсеткендіктен эфирді пайдаланыудың керегі болмайды. Бірақ салыстырмалық теориясы кеңістік және уақыт бойынша көз- қарасларымызды түпкілікті түрде өзгертіуімізді талап етеді. Біз енді уақыттың кеңістіктен бөлек және ғарезсіз емес екендігін, уақыт пенен кеңістіктің кеңістік- уақыт деп аталатуғын бірден-бір объекті пайда ететуғынлығын қабыл етіуіміз керек.



Күнделікті тәжірийбелерден біз кеңістіктегі нөкаттың аұхалының үш сан - оның координаталары менен берилетуғынлығын билеміз. Мысалы біз базы бір нөкатты бір дийұалдан екі метр, екінші дийұалдан бір метр, ал полдан бір ярым метр қашықтықта тур деп айтамыз. Аұхалды кеңлік, узынлық және теңіз қәддинен бийиклік бойынша да бериу мүмкін. Сизің қәлеген жарамлы болған үш координатадан пайдаланыуыңыз мүмкін (оларды қолланыу областы барлық уақытта шекленген болса да). Айдың аұхалын анықлағанда хеш ким арқа тәрепке қарай және Пикаделли майданынан батыс тәрепке, теңіз бетинен бийиклігін километрлерде хеш ким анықламайды. Айдың аұхалын анықлағанда буның орнына Қуяшқа шекемгі қашықтықты, планеталардың орбиталары жатқан тегіслікке шекемгі қашықтықты, Қуяш пенен Айды тутастырыушы туұры менен Қуяш пенен басқа бір жұлдызды (айтайық Центаврдың альфасын) тутастуратуғын туұры арасындағы мүйешти көрсетиу мүмкін. Бірақ бул координаталар Қуяштың бизің Галактикамыздағы аұхалын ямаса бизің Галактикамыздың басқа галактикаларға салыстырғандағы орнын анықлау ушын жарамсыз. Бірақ Әлемди киши бөлеклерге бөлиу, және бір "бөлімде" усы бөлімдегі нөкаттың аұхалын анықлау ушын өзинің координата системасын жүргизиу мүмкін.

Уақыя дегеніміз кеңістіктің белгили бір нөкатында белгили бір уақыт моментинде жүзеге келетуғын бір нәрсе. Демек уақыяны төрт сан яки төрт координата менен характерлеу мүмкін. Координаталарды сайлап алыу және де ықтыярлы түрде әмелге асырылады: анық мәніске ийе болған үш координатаны және уақыттың қәлеген моментин алыу мүмкін. Салыстырмалық теориясында кеңістіктегі координаталар менен уақыт координаталары арасында айырма жоқ. Мәселен жаңа координата системасына өткенде бирінші кеңістік координатасы дәслепки кеңістік координаталарының биріншісинің және екишісинің

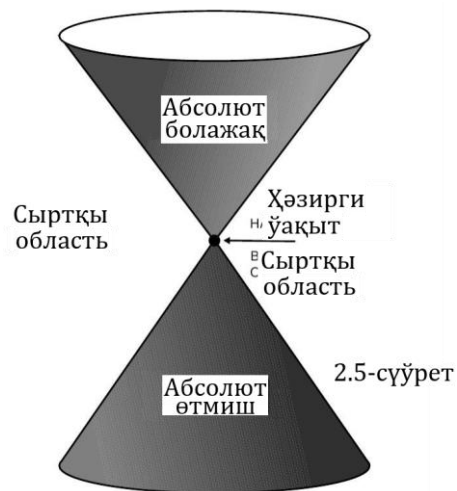
комбинацияларынан турыуы мүмкин. Жердің бетіндегі нүктенің координаталарын беріу үшін Пикаделли майданынан арқа тәрепке хәм батысқа қарай километрлердегі қашықтықтарды анықлау керек болады. Бірақ Пикаделли майданынан арқа-шығысқа хәм арқа-батысқа қарай да қашықтықтарды пайдаланып Жер бетіндегі нүктенің координаталарын беріуде мүмкин. Усындай жоллар менен салыстырмалық теориясында да координаталарды анықлайды. Бул жағдайда координаталар ескі уақыт (секундларда өлшенген) пенен Пикаделли майданының арқа тәрепіндегі қашықтықтың (жақтылық секундындағы) қосындысына тең болады.



Қандай да бір уақыяның төрт координатасын усы уақыяның кеңіслік-уақыт деп аталатуғын төрт өлшемлі кеңісліктегі аухалын анықлайтуғын координаталар деп қарауға болады. Төрт өлшемлі кеңіслікті көз алдыға келтиріу мүмкин емес. Мениң өзім үш өлшемлі кеңіслікті де көзімнің алдына қыйыншылық пенен келтиремен. Бірақ екі өлшемлі кеңісліктің, мысалы Жер бетінің, графикалық сүүретлеу қыйын емес (Жер беті екі өлшемлі, себебі қалеген нүктенің аухалын екі координата болған кеңілік пенен ұзындықтың жәрдемінде беріу мүмкин). Мен пайдаланатуғын диаграммаларда уақыт көшери жоқарыға қарай, ал кеңіслік координаталарының бири горизонт бағытында алынған. Қалған екі кеңісліктегі өлшеулер пүткіллей қалдырылып кетиледи ямаса кейінгі сүүреттерде олардың биреуін сәулелендіремен (2.2-сүүретте биреуі келтирилген бундай диаграммалар кеңіслік-уақыт диаграммалары деп аталады). Мысалы 2.2-сүүретте уақыт көшери жоқарыға қарай бағытланған хәм бул көшер бойынша есап жылларда алып барылады, Қуяш пенен Центавр арасындағы қашықтық горизонтқа параллел көшерде алынып миллирде өлшенген. Кеңіслік-уақытта қозғалыуының салдарынан пайда болған Қуяш пенен Центавр альфасының траекториясы вертикал сызықлар менен берілген: бириншиси, шеп тәрепте, екіншиси оң тәрепте. Қуяштан шыққан жақтылық нуры диагональ бойынша тарқалады хәм Центаврдың альфасына 4 жылда жетеди.

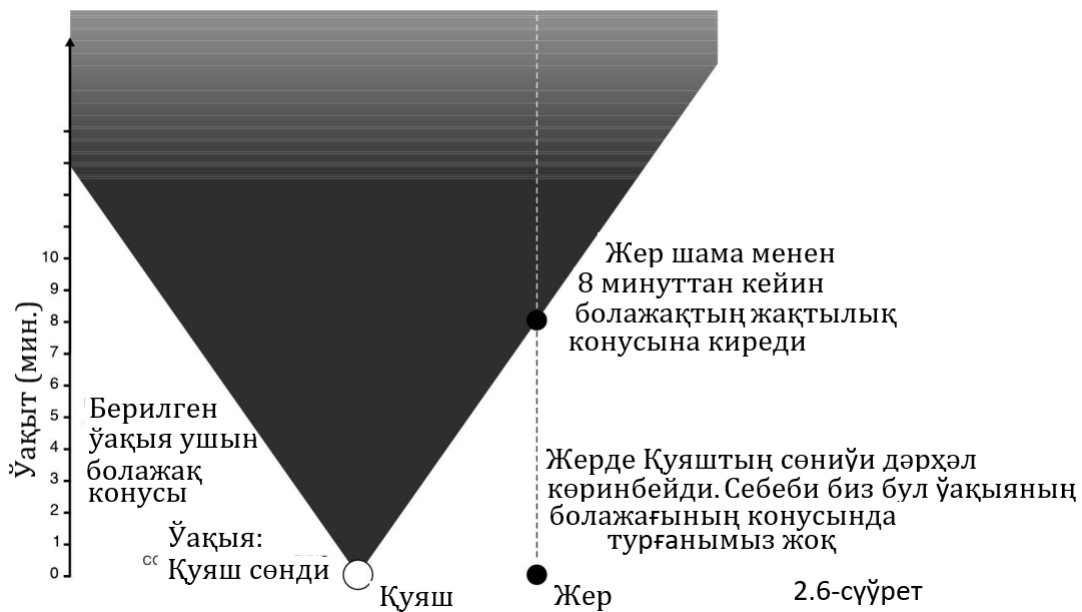
Бизлер Максвелл теңлемелерінің жақтылықтың тезлігінің деректің тезлігінен ғәрезсіз екенлігін көрсететуғынлығын көрдик. Бул дәл өлшеулерде тастыйықланады. Буннан кеңісліктің базы бир нүктенің турған деректен жиберілген жақтылық импульси өлшемлери хәм аухалы деректің тезлігінен ғәрезлі болған жақтылық сферасына айланады. Секундтың миллионнан бир үлесінен кейін жақтылық радиусы 300 метрге тең сфераны пайда етеди, миллионнан екі секунд өткенде сфераның радиусы 600 метрге жетеди х.т.б. Сүүрет хәуиздің

ортасына тас таслап жибергендегі жағдайға ұсайды. Бұл толқындар ұақытқа байланысты кеңейетұғын дөңгелектердей болып тарқалады. Егер үш өлшемді модельді көз алдымызға келтиретұғын болсақ мына жағдайға ийе боламыз: хәуиз бетінде екі өлшем, ал биреуі ұақыт көшери, бундай моделде суұда кеңейиұши дөңгелек төбеси тастың суұға түскен моментінде жайласқан конустың "изи" болып табылады (2.3-сұұрет). Тап усындай болып жақтылық та төрт өлшемді кеңисликте қандай да бир ұақыядан тарқалып үш өлшемді конусты пайда етеди. Бұл конус берилген ұақыя ушын болажақтың жақтылық конусы деп аталады. Өтмиштиң жақтылық конусы деп аталатуғын басқа да конустың сұұретин салыұға болады. Бұл конустан жақтылық импульси берилген ұақыяға сәйкес келиұши ноқатқа келип түсиұи мүмкин (2.4-сұұрет).

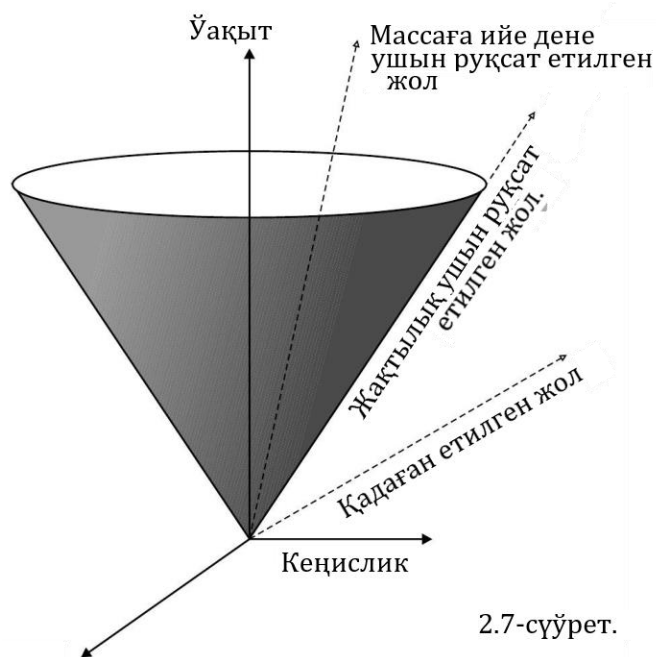


Берилген P ұақыясы ушын өтмиш пенен болажақтың жақтылық конуслары кеңислик- ұақытты үш областқа бөледі (2.5-сұұрет). Берилген ұақыяның абсолют болажағы - бұл ендиги болатұғын P ұақыясының жақтылық конусы ишиндеги область. Бұл P ноқатында болған ұақыя тәсир ете алатұғын барлық ұақыялардың жыйнағы. P ұақыясының жақтылық конусынан сыртта жатқан ұақыяларға P ноқатынан шыққан жақтылық жете алмайды, себеби жақтылықтан хеш нәрсе де үлкен тезликте қозғала алмайды. Демек бұл ұақыяларға P ноқатында болып өткен (жүзеге келген) ұақыялар тәсир ете алмайды. Абсолют өткен P ұақыясы өтмиш конусының ишинде жайласқан. Бұл сигналлары жақтылық тезлигинде ямаса оннан киши тезликтерде P ноқатына келип жететуғын ұақыялардың көплиги. Демек өтмиш конусында P ноқатындағы ұақыяға тәсирин тийгизе алатұғын ұақыялардың көплиги жайласқан. Берилген ұақыт моментінде P ұақыясының өтмишиниң жақтылық конусы менен шекленген кеңислик областында не болғанын билиұ арқалы P ноқатының өзінде нениң болатұғынлығын болжаұ мүмкин. Өтмиштиң хәм болажақтың жақтылық конусларының сыртында жатқан кеңислик областын сыртқы область деп атаймыз. Бұл сыртқы областта болып өткен ұақыялардың P ноқатындағы ұақыяға да, P ноқатындағы ұақыяның тәсиринде болған ұақыяларға да тәсири болмайды. Мысалы, егер Қуяш хәзир сөнип қалатуғын болса, онда бұл хәзирги Жердеги турмысқа тәсир ете алмайды. Себеби биз хәзир Қуяш сөнген ноқатқа салыстырғанда сыртқы областта турмыз (2.6-сұұрет). Қуяштың сөнгенин биз сегиз минуттан кейин билемиз (бұл Қуяштан шыққан жақтылықтың Жерге жетип келемен дегенше кеткен ұақыт). Тек соннан кейин ғана Жерде болып атырған ұақыялар Қуяш сөнген ноқаттың болажағының жақтылық конусына киреди. Усындай себеплерге байланысты биз Әлемдеги алыс орынларда болып атырған ұақыялар хәққында билмеймиз: ал Әлемдеги ең алыс объекттерден шыққан жақтылық бизге 8 мың

миллион жылда жетеди. Демек биз Әлемге қарап оның өтмишин көре аламыз деген сөз.

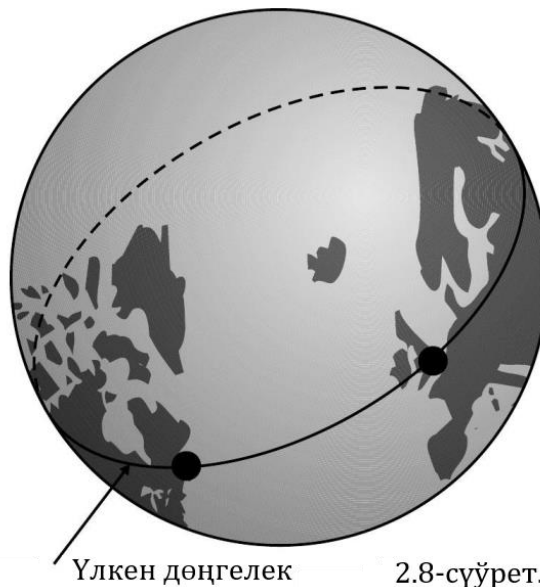


Егер гравитациялық эффектлерди есапқа алмасақ (1905-жылы Эйнштейн хәм Пуанкаре усындай қылды) биз арнаўлы (ямаса дара) салыстырмалық теориясына келемиз. Хәр бир ұақыя ушын кеңислик-ұақытта биз жақтылық конусын сала аламыз (конусымыз қарап атырылған ноқатта шығарылған жақтылықтың тарқалыўының мүмкин болған жолларын көрсетеди). Қәлеген ұақыя ушын жақтылықтың тезлиги барлық бағытларда да бирдей болғанлықтан, барлық жақтылық конустары бирдей хәм бирдей бағытланған болады. Буннан басқа теория жақтылықтан тез хеш нәрсе де қозғала алмайды дейди. Бул қәлеген объекттиң ұақыт хәм кеңисликтеги траекториясының жақтылық конусы ишиндеги сызық түринде берилетуғынлығын көрсетеди (2.7-сүүрет).



Арнаўлы салыстырмалық теориясы барлық бақлаўшылар ушын жақтылықтың тезлигиниң турақлы екенлигин түсиндирийге мүмкиншилик берди (Майкельсон хәм

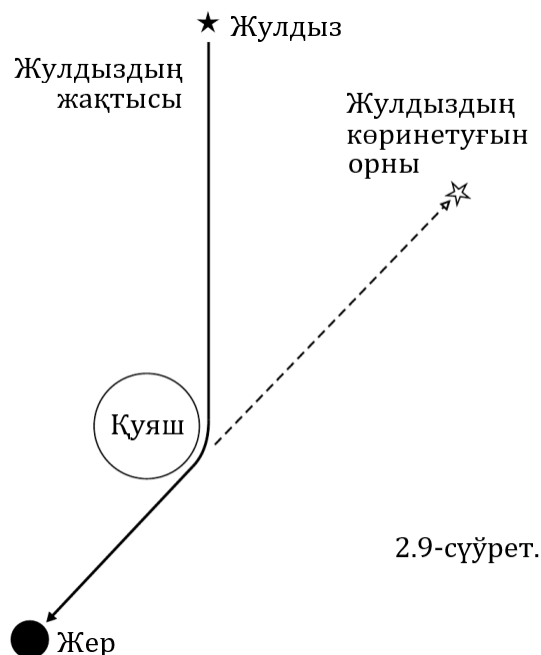
Морли тәжірийбесинде анықланған) хәм жақтылықтың тезлигине жақын тезликлерде қозғалғанда нелердің болатуғынлығын дурыс тәрийипледи. Бирақ жаңа теория объектлер бир бири менен олардың ара қашықтығына ғәрезли күш пенен тартысатуғын Ньютонның гравитация теориясына қайшы келди. Бул теориядан егер бир объектти орнынан қозғасақ екінши денеге тәсир етиўши күш сол заматта өзгеретуғынлығы келип шығады. Басқа сөз бенен айтқанда Ньютон теориясы бойынша гравитациялық эффектлердің тарқалыў тезлиги шексиз үлкен болыўы керек, ал салыстырмалық теориясы бойынша ҳеш бир тезлик жақтылықтың тезлигинен үлкен болмаўы шәрт. 1908-жылдан 1914-жылға шекем арнаўлы салыстырмалық теориясына сәйкес келетуғын гравитацияның моделин дүзиў бойынша бир қатар табысқа ериспеген ҳәрекетлер исленди. Ең ақырында ол 1915-жылы ҳәзирги ўақытлары улыўмалық салыстырмалық теориясы деп аталатуғын теорияны баспадан шығарды.



Эйнштейн революциялық характердеги болжаў айтты: гравитация бул әдеттегидей күш емес, ал кеңислик-ўақыттың тегис емеслигиниң салдары (бурынлары кеңислик-ўақыт тегис деп есапланды), кеңислик-ўақыт ондағы массаның хәм энергияның тәсиринде майысқан (иймейген). Жер сыяқлы денелер гравитациялық күшлер тәсиринде майысқан орбиталар бойынша қозғалыўға мәжбүрленбейди. Олар әдеттеги кеңисликте геодезиялық деп аталыўшы туўрыға сәйкес келиўши майысқан кеңисликтеги сызық бойынша қозғалады. Геодезиялық сызық деп еки қоңсылас ноқатлар арасындағы ең қысқа (ямаса ең узын) жолға айтамыз. Мысалы Жердің бети майысқан еки өлшемли кеңислик болып табылады. Жер бетиндеги геодезиялық сызық үлкен дөңгелек хәм еки ноқат арасындағы ең қысқа жол болып табылады (2.8-сүўрет). Еки аэропорт арасындағы ең қысқа жол геодезиялық сызық болғанлықтан диспетчерлер пилотларға бәрқулла сол маршрутты береді. Улыўмалық салыстырмалық теориясы бойынша денелер төрт өлшемли кеңислик-ўақытта туўры сызық бойынша, ал бизиң үш өлшемли кеңислигимизде майысқан траекториялар бойынша қозғалады (Ойлы-бәлент жерлер үстинен ушқанда самолетты бақыңызлар. Самолет үш өлшемли кеңисликте туўры траектория бойынша қозғалады, ал оның саясы Жердің еки өлшемли бетинде иймек бойынша қозғалады).

Қуяштың массасы кеңислик-ўақытты майыстырады. Сонлықтан Жер төрт өлшемли кеңислик-ўақытта туўры сызық бойынша, ал бизиң үш өлшемли кеңислигимизде эллипс тәризли орбита бойынша қозғалады. Улыўмалық

салыстырмалық теориясы бойынша анықланған планеталардың орбиталары Ньютонның тартылыс теориясы бойынша есапланған орбиталар менен дерлик бирдей болады. Бирақ Қуяшқа ең жақын болған Меркурий планетасының орбитасына келгенде улыұмалық салыстырмалық теориясы орбитаның үлкен көшериниң Қуяштың дөгерегинде он мың жыл даўамында бир градусқа бурылатуғынлығын көрсетеди. Жүдә кишилигине қарамастан бул эффект 1915-жылдан бурын-ақ байқалды ҳәм Эйнштейн теориясының дурыслығының дәлиллериниң бири деп қаралды. Соңғы жыллары радиолокациялық методлар жәрдемінде алынған басқа планеталар орбиталарының Ньютон теориясы бойынша алынған орбиталар менен сәйкес келмеўшилиги анықланды. Бақланған орбиталар улыұма салыстырмалық теориясы тийкрында есапланатуғын орбиталарға дәл сәйкес келеди.



Жақтылық нурларының да кеңислик-ўақытта геодезиялық сызық бойынша тарқалыўы керек. Кеңисликтiң майысқанлығы жақтылықтың туўры сызық бойынша тарқалмайтуғынлығын билдиреди. Солай етип улыұмалық салыстырмалық теориясы бойынша жақтылық нурлары гравитациялық майданларда иймейип, бағытларын өзгертиўи керек. Мысалы Қуяшқа жақын болған ноқатлардың жақтылық конустары Қуяштың массасының тәсиринде бир қанша деформацияланады. Бул өз гезегинде алыс жұлдызлардан киятырған жақтылық дәстелери Қуяштың тусынан өткенде үлкен емес мүйешке бурылыўы керек. Усының салдарынан жұлдыз басқа ноқатта турғандай болып көринеди (2.9-сүўрет). Әлбетте сол жұлдыздан келетуғын жақтылық нурлары барлық ўақытта да Қуяштың тусынан өтип келетуғын болғанда жақтылық нуры бағытын өзгерте ме ямаса жұлдыздың өзи сол биз көрип турған орында тур ма деген сораўға жуўап бере алмаған болар едик. Бирақ Жердиң Қуяш дөгерегинде айланыўының салдарынан Қуяш дискисиниң артына көплеген жұлдызлар киреди. Усының салдарынан олардың көзге көринетуғын аўхалы басқа жұлдызларға салыстырғанда өзгереди.

Әдеттегидей жағдайларда бул эффектти бақлаў жүдә қыйын. Себеби Қуяштың жақтысы оның тусындағы жұлдызларды көриўге мүмкиншилик бермейди. Бирақ Қуяш тутылған ўақытлары сәйкес мүмкиншилик пайда болады. 1915-жылы Эйнштейн тәрәпинен болжанған жақтылықтың аўысыўын ҳеш ким тексерип көре алмады. Себеби Биринши Жер жүзилик урыс жүрип атырған еди. Тек 1919-жылы Батыс Африкада Қуяштың тутылыўын бақлаған Англия экспедициясы теорияның

болжағанындай жақтылықтың хақыйқатында да бағытын өзгертетуғынлығын көрсетті. Англияның алымларының ұатаны Германия болған теорияның дурыслығын дәлиллеуи урыстан кейин еки елдің келисимге келиу акти сыпатында жыллы жүзлик пенен қабыл етилди.

Бирақ экспедиция тәрепинен Қуяш тутылғанда алынған фотосүретлер кейинирек анығырақ анализленгенде өлшеулерде жиберилген қәтелердің шамасы өлшенген эффект шамасы менен барабар екенлиги анықланды. Инглизлердің алынған нәтийжелери истиң оңға келиуи ямаса илимде жийи ушырасатуғын алынуы тилек етилген нәтийжениң алынуы болып табылады. Ал Қуяштың тусынан өткенде жақтылықтың тарқалуы бағытын өзгертуи кейинирек басқа экспериментлерде анық дәлилленди.

Ұлыұмалық салыстырмалық теориясының және бир болжауларының бири Жер сыяқлы массалы денелер қасында ұақыттың өтиуиниң әстелениуи болып табылады. Бул жақтылықтың энергиясы менен жийилиги арасында анық бир байланыстың бар екенлигинен келип шығады. Энергия қаншама көп болса, жийилик те соншама жоқары болады. Егер жақтылық Жердің гравитациялық майданында жоқары қарай тарқалатуғын болса оның жийилиги кемейеди (бул қоңсылас еки толқынның өркешлери арасындағы ұақыт интервалының үлкейуине сәйкес келеди). Әдеуир бийикликте жайласқан бақлаушыға Жер бетиндеги ұақыялар әстелик пенен өтип атырғандай болып көринеди. Бул болжаудың дурыс екенлиги 1962-жылы суу басыушы минарда хәм дәл жүриуши саатлардың жәрдемінде тастыйықланды. Экспериментлердің барысында сол саатлардың биреуи минардың төменинде, екіншиси минардың төбесинде жайластырылды.

Улыұмалық салыстырмалық теориясына сәйкес төменде жайласқан саат әстерек жүрген. Хәр қандай бийикликлердеги саатлардың жүриуиндеги айырма хәзирги күнлери Жердің жасалма жолдасларының сигналлары бойынша ислейтуғын дәл навигациялық әсбаптардың пайда болуына байланысly әмелий әхмийетке ийе. Егер улыұмалық салыстырмалық теориясының болжауларын есапқа алмасақ координаталар бир неше километрге тең қәтеликлер менен есапланған болар еди.

Ньютонның қозғалыс ызымдары кеңисликтеги абсолют ауҳалдан қутқарды, ал салыстырмалық теориясы бизди абсолют ұақыттан қутқарды. Егизеклерди мысалға алайық. Айтайық, олардың бири таудың басында жасауға кеткен, ал екіншиси теңиздің қәддинде қалған болсын. Бундай жағдайда бириншиси (таудың басындағысы) тезирек қартаяды хәм екеуи ушырасқанда ол кекселеу болып көринеди. Әлбетте, олардың жаслары арасындағы айырма жүдә киши шамаға тең. Бирақ бул айырма егер егизеклердің биреуи жақтылықтың тезлигине жақын тезликлерде ушыушы космос кораблинде саяхатқа кеткен жағдайда үлкейеди. Қайтып келген ұақытта ол өзиниң Жерде қалған тууысқанынан әдеуир жас болып шыққан болар еди. Бул егизеклер парадокси деп аталатуғын парадокстинң мазмунын береді. Бирақ бул ұақыттың абсолютлигине пүткиллей исенгенлер ушын ғана парадокс болып табылады. Улыұмалық салыстырмалық теориясында бирден-бир абсолют ұақыт жоқ, хәр бир индивидуум қай орында турғанлығына хәм қалай қозғалып баратырғанлығына байланысly болған өзиниң меншикли ұақыт масштабына ийе.

1915-жылға шекем кеңислик хәм ұақыт ұақыялар ушын қатып қалған арена сыпатында қабыл етилди. Соның менен бирге болып атырған ұақыялар усы аренаға тәсир етпеуи керек еди. Усындай ауҳал арнаулы салыстырмалық теориясында да орын алған. Денелер қозғалды, күшлер тартты ямаса ийтерди, бирақ ұақыт пенен кеңисликке олар тәсир етпеди. Кеңислик хәм ұақыт өзи өзінше қалды. Усындай жағдайларда кеңисликти де, ұақытты та шексиз хәм мәңги деп ойлау тәбийий нәрсе.

Улыұмалық салыстырмалық теориясында жағдайлар пүткиллей басқаша. Енди кеңислик пенен ұақыт динамикалық шамаларға айланды: дене қозғалғанда ямаса күш

тәсир еткенде кеңіслік пенен ұақыттың иймеклігін өзгертеді, ал кеңіслік пенен ұақыттың структурасы бул кеңіслікте денелердің қозғалыуына хәм күштің тәсир етиуіне өзіннің тәсирін жасайды. Кеңіслік пенен ұақыт тек ғана Әлемдегі болып атырған қубылыстарға тәсир етип қоймай, өзлери де сол қубылыстардың тәсирінде өзгеріске ушырайды. Кеңіслік хәм ұақыт хаққында дурыс көз-қараслар болмаса Әлемде болып атырған ұақыялар хаққында айта алмағанымыздай, салыстырмалық теориясы Әлемнен тыста кеңіслік пенен ұақыт хаққында айтыудың мәніске ийе емес екенлігін көрсетеді.

Соңғы он жыллықлар ишінде кеңіслік пенен ұақыт хаққындағы жаңаша түсиниу Әлем хаққындағы бизиң көз-қарасларымыздың түпкиликли өзгериуіне алып келди. Барлық ұақытлары орын алып келген хәм еле де орын ала беретуғын Әлемнің өзгермейтуғынлығы хаққындағы түсиниклер кеңейиуши, динамикалық бир ұақытлары пайда болған хәм болажақта өзіннің өмиринің ақырына жететуғын Әлем картинасы менен алмасты. Бизиң санамыздағы бул революция (бул революцияға келеси бап арналған) теориялық физика бойынша мениң изертлеулеримнің басланғыш ноқаты болып табылды. Бизлер Роджер Пенроуз бенен бирлікте Эйнштейннің салыстырмалық теориясына муўапық Әлемнің басының (мүмкин ақырының да) болыуының керек екенлігін көрсеттик.

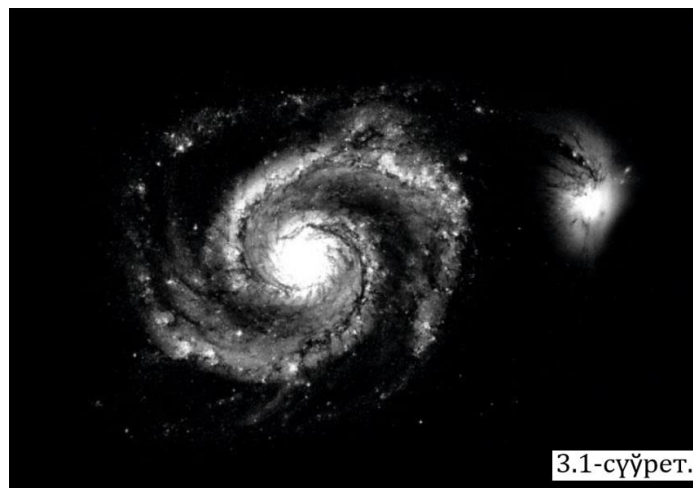
Үшінши бап. Кеңейиуши Әлем

Егер ашық айсыз түнде биз аспанды көриу ушын шықсақ, аспандағы ең жарық объектлер болған Венера, Марс, Юпитер хәм Сатурнды көремиз. Олардан басқа бизиң Қуяшымызға уқсас болған, бизден үлкен қашықтықларда жайласқан жұлдызларға көзиміз түседі. Қуяштың дөгерегінде Жердің айланғанлығынан сол "қозғалмайтуғын" жұлдызлардың гейпараларының орынларын азмаз өзгерткенлігін аңлауға болады. Ал шын мәнісінде сол жұлдызлар қозғалмайтуғын объектлер болып табылады. Бул жұлдызлар басқа жұлдызларға қарағанда бизге жақынырақ жайласқан. Қуяштың дөгерегінде айланыуымыздың себебинен жақын жұлдызлар басқа алыстағы жұлдызлардың фонында хәр қыйлы ноқатларда көриниуи тийис. Усының салдарынан бир жақын жұлдызларға шекемги аралықларды әдеуір жоқары дәллікте өлшей аламыз. Ең жақын жұлдыз Центаврдың Проксимасы деп аталады хәм бизден төрт жақтылық жылына (яғный жақтылық бул жулыздан бизге шама менен төрт жылда жетеді) яки 3500 миллион километрге тең қашықтықта жайласқан. Қуралланбаған көзге көринетуғын жұлдызлардың көпшилигине шекемги аралық жүзлеген жақтылық жылына тең. Усы қашықтықларды сегіз жақтылық минутына тең Қуяшқа шекемги қашықтық пенен салыстырыңыз. Көринетуғын жұлдызлар түнги аспанда тарқалған, бирақ Қус жолында әдеуір тығыз. 1750 жыллары бир қанша астрономлар Қус жолының не екенлігін дурыс болжады. Олар оғада көп санлы жұлдызлар диск тәризли конфигурацияда жыйналған деп есапланады. Хәзир жұлдызлардың усындай жыйнағын спираллық галактика деп атаймыз. Тек ғана бир неше онлаған жыллардан кейин астроном Уильям Гершель оғада көп санлы жұлдызлардың аўхаллары менен олар арасындағы қашықтықлардың каталогын дүзиудің тийкарында бул болжауды тастыйықлады. Бирақ усыған қарамастан спираллық галактикалар хаққындағы көз-қараслар көпшилик тәрепинен тек ғана XX әсирдің басында ғана қабыл етилди.

Әлемнің хәзирги картинасы тек 1924-жылы пайда болды. Усы жылы Америкалы астроном Эдвин Хаббл бизиң Галактикамыздың жалғыз емес екенлігін көрсетти. Хақыйқатында оғада үлкен бос кеңіслік менен бөлінген көп сандағы басқа да галактикалар бар. Усыларды дәлиллеу ушын Хабблға галактикаларға шекемги қашықтықларды есаплауға туўра келди. Бул аралықлар жүдә үлкен болып, галактикалардың аспандағы аўхалы жақын жұлдызлардың аўхалындай болып

өзгеріске ұшырамайтуғын болып шықты. Сонлықтан қашықтықтарды өлшеу үшін Хабблға жанапай ұсылардан пайдаланыуға туура келді. Жұлдыздың көринісін жарықтығы екі факторға - жұлдыздың қанша мұғдарда жақтылық шығаратуғынлығына және оның қай орында жайласқанлығына гәрезлі. Жақын жұлдызлардың жақтылануын және оларға шекемгі қашықтықтарды биз өлшей аламыз, демек биз олардың жақтылық шығарушылығын да (светимость) өлшей алады екенбіз. Керісінше басқа галактикада жайласқан жұлдыздың жақтылық шығарушылығын биле отырып оның жақтылығын өлшеп сол жұлдызға шекемгі аралықты да өлшеуіміз мүмкін. Хаббл өлшеу жүргізіуіге болатуғындай жақын жайласқан бір қанша типтегі жұлдызлардың жақтылық шығарушылығының бірдей екенлігін байқады. Демек, деп ойлады Хаббл, егер басқа галактикаларда ұсындай жұлдызлар табыла қойған жағдайларда олар үшін анық жақтылық шығарушылық беріу мүмкін және сол галактикаға шекемгі аралықты өлшеу мүмкін. Егер бір галактикаға тийісін бірнеше жұлдыз үшін алынған шамалар бірдей болып шықса, нәтижелерді исенімді деп есаплайға болады.

Усындай жоллар менен Хаббл хәр қыйлы тоғыз галактикаға шекемгі қашықтықтарды есаплады. Хәзіргі уақыттары бизің галактикамыздың телескоптардың жәрдемінде бақланатуғын бір неше жүз мың галактикалардың биі екенлігін, хәр бір галактикада жүзлеген мың миллион жұлдыздың бар екенлігін билеміз. 3.1-сүретте басқа қандай да бір галактикада тұрған адамның бизің Галактикамызға қарағанында қандай болып көрінетуғынлығы келтірілген. Бизің Галактикамыздың сызықты өлшемі кесе-кесім бойынша шама менен жүз мың жақтылық жылына тең. Ол әсте-ақырынлық пенен айналады, оның спиралының жеңінде жайласқан жұлдызлар Галактиканың орайының дөгеррегінде бір неше жүз миллион жылда бір рет айналады. Бизің Қуяшымыз сол спирал тәрізлі жеңлердің біреуінде жайласқан әдеттегідей орта шамадағы сары жұлдыз болып табылады. Биз Жер Әлемнің орайы деп есапланған Аристотель және Птолемей заманынан қандай үлкен жолды басып өттік!



Жұлдызлар бизлерден жүде үлкен қашықтықтарда жайласқан болғанлықтан аспандағы жақтылық шығарып тұрған нәқатлардай болып көрінеді. Бизлер олардың өлшемлерін де, формаларын да айыра алмаймыз. Солай болса бизлер олардың типтері хақында қалай айта аламыз? деген сорау тууылады. Жұлдызлардың басым көпшілігі үшін бақлау мүмкін болған тек ғана бір характерлі қасиет бар - ол да болса бизге жұлдыздан жетіп келіуші жақтылықтың реңі болып табылады. Ньютон үш мүйешлі мөлдир призма арқалы өткенде Қуяштан түскен ақ реңді жақтылықтың радугаға ұқсас хәр қыйлы реңдердегі жақтылыққа жикленетуғынлығын (спектр) ашқан еді. Телескопты қандай да бір айырым

жұлдызға ямаса галактикаға қаратып келген жақтылықтың спектрін ала аламыз. Хәр қыйлы жұлдызлар хәр қыйлы спектрге ийе болады. Бирақ хәр қыйлы реңлердің салыстырмалы жақтылығы жақтылық шығарғанға шекем қыздырылған предметлерден шыққан хәр қыйлы реңлердің салыстырмалы жақтылығындай болады (Қыздырылған мөлдир емес денелерден шыққан жақтылық тек ғана усы дененің температурасына байланысly болған спектрге ийе болады, әдетте бундай спектрди жыллылық спектри деп атайды. Сонлықтан спектри бойынша жұлдыздың температурасын анықлай аламыз). Буннан басқа айырым жұлдызлар ушын айырым реңлердің пүткиллей жоқ екенлиги де байқалады. Қала берсе жоқ реңлер хәр қыйлы жұлдызлар ушын хәр қыйлы. Бизлер хәр қыйлы химиялық Элементлердің өзлери ушын характерли реңлерге ийе болған нурлардың айқын жыйнағын жутатуғынлығын билемиз. Бул сол жұлдыздың атмосферасының қандай Элементлерден туратуғынлығынан дерек береди.

Астрономлар 20-жыллары басқа галактикалардағы жұлдызлардың спектрлерин изертлей баслады хәм усы изертлеулердің барысында олар таң қаларлық нәтийже алды: бизиң Галактикамыздағы жұлдызлардың спектрлериниң барлығының да бир тәрепке - спектрдің қызыл тәрепине қарай аұысқанлығы көринди. Усы айтылғанның мәнисин түсиниу ушын Доплер эффектин түсинип алыу керек. Биз жақтылықтың электромагнит толқынлары екенлигин билемиз. Жақтылықтың жийилиги (бир секундтағы толқынлар саны) жүдә жоқары - секундына төрт жүзден жети жүз миллион миллионға шекемги толқын. Адамның көзи хәр қыйлы жийиликтеги жақтылықты хәр қыйлы реңлерде сезеди, ең төменги жийиликлердеги жақтылық қызыл реңли, ал ең жоқары жийиликлердеги жақтылық фиолет реңде сезиледи. Бизден белгили бир қашықтықта жайласқан турақлы жийиликлерде жақтылық нурларын нурландыратуғын жақтылық дерегин (жұлдызды) көз алдымызға келтирейик. Бизге келип жететуғын толқынлардың жийиликлери деректен шыққан ўақыттағы жийиликлердей болатуғынлығы түсиникли (гравитациялық майданды үлкен емес деп есаплаймыз, сонлықтан оның тәсирин есапқа алмаймыз). Енди жақтылық дереги биз тәрепке қарай қозғалатуғын болсын. Келеси толқынды нурландырғанда дерек бизге жақынырақ келеди, сонлықтан бул толқынның өркеши бизге келип жетемен дегенше кеткен ўақыт қозғалмай турған жұлдыздағыға қарағанда киширек болады. Сонлықтан келип жетиуши толқынлардың өркешлери арасындағы ўақыт киширейеди, ал бир секунд ишинде қабыл етилетуғын толқынлар саны (яғный жийилик) жоқарылайды. Егер дерек қашықласатуғын болса келип жететуғын толқынлардың жийилиги киширейеди. Демек бизден қашықласатуғын жұлдызлардың спектри қызыл тәрепке (қызылға аұысыу), ал жақынласатуғын жұлдызлардың спектри фиолет аұысыуға ийе болыуы керек. Тезлик пенен жийилик арасындағы усындай қатнас Доплер эффекти деп аталады хәм бул эффект бизиң әдеттеги турмысымызда үлкен әхмийетке ийе. Жолда жүрип баратырған машинаның сестине дыққат аұдарыңыз: машина бизлерге жақынлап киятырғанда оның сести жоқары (яғный машинадан шығатуғын сестиң жийилиги жоқары), ал машина тусымыздан өтип бизден қашықласатуғын болса, сес төменлейди (яғный машинадан шыққан сестиң жийилиги төменлейди). Жақтылық нурлары менен радиотолқынлар да усындай қәсийетке ийе болады. Доплер эффектин шағылысқан радиотолқынлардың жийилиги бойынша машиналардың жүриу тезлигин анықлауда полиция қолланады. Басқа да галактикалардың бар екенлигин дәлиллегеннен кейин Хаббл көп жыллар даўамында өзин галактикаларға шекемги қашықтықлардың каталогын дүзиуға хәм сол галактикалардың спектрин изертлеуға бағышлады. Сол ўақытлары алымлардың көпшилиги галактикалардың қозғалысын бир бирине байланыссыз, сонлықтан да қызылға аұысқан қанша спектр табылса, фиолетке аұысқан соншама спектр табылады деп есаплады. Бирақ галактикалардың көпшилигиниң спектриниң қызылға аұысқаны табылғанда үлкен таңланыу пайда

етти. Солай етип дерлик барлық галактикалар бизден қашықласып баратыр екен! 1929-жылы жарық көрген Хаббл тәрәпинен ашылған буннан да бетер таң қаларлық илимий ашылыудың мәнісі соннан ибарат, қызылға ауысуының шамасы тосыннан емес, ал бизден галактикаға шекемги қашықтыққа туура пропорционал болып шықты. Басқа сөз бенен айтқанда галактика бизден қандай үлкен қашықтықта жайласқан болса, ол бизден соншама үлкен тазлик пенен қашықласады екен! Ал бул Әлемнің статикалық бола алмайтуғынлығын (бурынлары солай деп ойлаған еди) билдиреди. Әлем үзликсиз кеңейеди екен хәм галактикалар арасындағы қашықтықтар бәрхәма үлкейеди.

Кеңейиуши Әлемнің ашылыуы жигирмаланшы әсирдеги ең уллы интеллектуаллық аударыспақлардың бири болды. Бурынлары бундай идеяның хеш кимнің басына келмеуи үлкен таң қаларлық нәрселердің бири болып табылады. Ньютон хәм басқа да алымлар статикалық Әлемнің гравитациялық күшлердің тәсирінде қысыла баслауының кереклигин түсиниуи керек еди. Бирақ, Әлемди кеңейеди деп есаплайық. Егер кеңейиу жеткиликли дәрежеде киши тезликлерде жүретуғын болғанда гравитациялық күшлер ақыр-аяғында кеңейиуди тоқтатып, қысылуы басланған болар еди. Егер кеңейиу тезлиги базы бир критикалық тезликтен үлкен болғанда гравитациялық тартысуы бул кеңейиуди тоқтата алмас еди хәм Әлемнің кеңейиуди мәңги дауам еткен болар еди. Усылардың барлығы да Жердің бетинен ракета ушырғанда пайда болатуғын ситуацияны еске түсиреди. Егер ракетаның тезлиги жүдә үлкен болмаса гравитацияның тәсирінде ракета ақыр-аяғында тоқтап, кейин Жерге қулап түседи. Егер ракетаның тезлиги базы бир критикалық шамадан үлкен болса (секундына он бир километр шамасында) гравитациялық күшлер оны кейин қайтара алмайды хәм ракета Жерден алыслау қозғалысын мәңги дауам етеди. Әлемнің кеңейиуи Ньютонның тартылыс нызамы тийкарында XIX, XVII хәтте XVII әсирлерде-ақ болжанған болар еди. Бирақ статикалық Әлемге жүдә жоқары исеним бизиң әсиримиздің басына шекем жасап келди. Хәтте Эйнштейн де 1915-жылы улыұмалық салыстырмалық теориясын дөреткенде Әлемнің статикалық екенлигине исенди. Статикликке қайшы келмеслиги ушын теңдемелерге космологиялық турақлы деп аталатуғын турақлыны киргизиу арқалы ол өзиниң теориясын модификацияға ушыратты. Эйнштейн басқа күшлерден парқы бар, кеңислик-ұақыттың структурасының өзине тән болған "антигравитациялық" күш деп аталатуғын жаңа күшти енгизди. Ол кеңислик-ұақыт өзінше барлық ұақытта да кеңейеди, ал усы кеңейиу Әлемдеги материяның тартысуы менен дәл теңлеседи, нәтийжеде Әлем статикалық болып қалады деп тастыйықлады. Көринип турғанындай, Эйнштейн хәм басқалар статикалық емес Әлемди қалай айланып өтиуди ойлап жүргенде тек ғана бир адам салыстырмалық теориясына толығы менен исенди. Ол адам - орыс физиги хәм математиги А.А. Фридман керисинше кеңейиуши Әлемди түсиндириу менен шуғылланды.

Фридман жүдә эпийайы болған еки нәрсени болжады: бириншиден қайсы бағытта бақламайық, Әлем барлық бағытларда да бирдей болыуы керек, екиншиден бул тастыйықлау егер де биз Әлемди басқа орынларда турып бақласақ та орынланыуы керек. Басқа болжауларды пайдаланбай-ақ Фридман Әлемнің статикалық емес екенлигин көрсетти. 1922-жылы Хабблдың нәтийжелеринен бир неше жыллар бурын Фридман Әлемнің статикалық емес екенлигин теориялық жоллар менен дәл болжады.

Барлық бағытлар бойынша Әлемнің бирдейлиги, әлбетте, орынланбайды. Мысалы бизиң галактикамыздағы жулдызлар ашық түн барасында пүткил аспан бойынша анық көринип туратуғын жақтылы жолақты - Қус жолын пайда етеди. Бирақ егер алыстағы галактикаларды алатуғын болсақ, онда олардың барлық бағытларда бирдей болып тарқалғанлығын көремиз. Демек, галактикалар арасындағы қашықтықтарға салыстырғанда үлкен аралықтарға келгенде хәм киши масштаблы

айырмаларды есапқа алмайтуғын болғанда Әлемнің барлық бағытларда хақыйқаттан да бирдей деп жуўмақ шығарамыз.

Узақ ўақытлар даўамында бул Фридман гипотезасының тийкары, хақыйқыи Әлемге "турпайы" түрде жақынласыў сыпатында қабыл етилип келди. Бирақ кейин базы бир тосаттан болған ўақыяның салдарында Фридман гипотезасының Әлемнің таң қаларлықтай дәл тәрийиплемесин беретуғынлығы анықланды.

1965-жылы АҚШ тағы Нью-Джерси штатындағы Bell Laboratories фирмасында ислеўши еки физик Арно Пензиас ҳәм Роберт Вильсон жүдә сезгир болған "микротолқынлы", яғный аса жоқары жийиликли (микротолқынлар деп жийилиги секундына он мың миллион толқын болған жақтылықтай толқынларға айтамыз) детекторды сынап көриў менен шуғылланды. Пензиас ҳәм Вильсонлар детектор тәрепинен қабыл етилип атырған шаўқымның күтилгеннен жоқары екенлигин байқады. Бул шаўқым белгили бир бағытларға қарай тарқалған болмай шықты. Дәслеппи ўақытлары жоқарыда атлары келтирилген алымлар шаўқымды ҳәр қыйлы себеплер менен байланыстырып көрди бирақ сол "факторлардың" барлығы да бийкарланды. Олар атмосферадан келип жететуғын шақымлардың детектор туўры жоқарыға қарағанда үлкен болмайтуғынлығын билди. Себеби горизонттың арғы тәрепинен келген жақтылық тик келген жақтылыққа қарағанда атмосфераның қалың қатламынан өтеди. "Артық" шаўқым детекторды қайсы тәрепке қарай бағытласа да бирдей болып шықты. Демек сол шаўқымның дереги атмосферадан сыртта деген сөз. Шаўқым күндиз де, түнде де, Жердің өз көшери дөгерегинде, Қуяштың дөгерегинде айланыўына қарамастан жылдың барлық мәўсимлеринде де бирдей болып шықты. Бул шаўқымның дерегиниң Қуяш системасынан сыртта, ҳәтте Галактикадан да сыртта екенлигин мәлимледи. Хәзир биз бул нурланыўдың (шаўқымның) Әлемнің бақланатуғын бөлиминиң барлық тәреплеринен келетуғынлығын билемиз. Барлық бағытлар бойынша бул нурланыўдың бирдей екенлиги Әлемнің барлық бағытлар бойынша бирдей екенлигин билдиреди. Хәзирги ўақытлары биз қайсы бағытта өлшеў жүргизбейик, бул шаўқымның он мыңнан бирге де өзгермейтуғынлығын билемиз. Солай етип Пензиас пенен Вильсон ҳеш нәрседен гүманланбай-ақ Фридманның биринши болжаўын тастыйықлады.

Шама менен сол ўақытлары Принстон университета менен қоңсы болған еки америкалы физик Боб Дикке менен Джим Пиблс микротолқынларды изертлеў менен шуғылланды. Олар дәслеппи Әлемнің жүдә жоқары температуралы, тығыз екенлиги хаққындағы Джордж Гамовтың (А.А.Фридманның бурынғы оқыўшысы) болжаўынының дурыслығын тексерип атыр еди. Дикке ҳәм Пиблс дәслеппи Әлемнің нурланыўын көриў мүмкин, себеби оның ең алыс областларынан шыққан жақтылықтың бизге тек хәзир ғана жетип келиўи мүмкин деген пикир тийкарында жумысларын жүргизди. Бирақ кеңейиўдин салдарынан жақтылықтың қызылға аўысыўы жүдә үлкен болыўы керек. Нәтийжеде бизге жетип келген нурланыў микротолқынлық нурланыў (аса жоқары жийиликли) болыўы керек деп болжаў айтылды. Пензиас ҳәм Вильсонның Дикке менен Пиблстың жумыслары хаққында билгенде сол нурланыўды тапқанлығына көзлери жетти. Сол экспериментлери ушын Пензиас пенен Вильсон 1978-жылы Нобель сыйлығын алыўға миясар болды (Гамов хаққында айтпағанның өзінде, Дикке менен Пиблслерди еске түсиргенимизде бул мәселениң жүдә әдил шешилмегенлигине көз жеткеремиз).

Хақыйқатын айтқанда Әлемнің барлық бағытларда бирдей болыўы Әлемдеги бизиң ийелеп турған орнымыздың қандай да бир аtryқмашлыққа ийе екенлигинен емес пе? деген сораў туўылады. Мысалы барлық галактикалардың бизден қашықласып баратырғанлығы бизиң орайда жайласқанлығымыздан дерек береді. Бирақ басқаша да түсиндириў мүмкин: Егер қандай да бир галактикада турып қарағанда әлем барлық бағытлар бойынша бирдей болып көринеди. Буның Фридманның екнши гипотезасы екенлигин билемиз. Бизде буған қарсы да, буны

мақұллайтуғын да илимий тийкар жоқ хәм биз бул гипотезаны киши пейиллик пенен қабыл еттик: Әлем тек ғана бизиң этирапымызда барлық бағытларда бирдей болса, ал оның басқа ноқатларында бундай жағдай болмаса дым бир түрли болған болар еди! Фридман моделинде барлық галактикалар бир биринен қашықласады. Бул ноқатлар қойылған үпленген шар тәризли, шарды үрлеўди даўам етсек сол ноқатлар арасындағы қашықлықтар және де үлкейеди. Бул жерде ноқатлардың барлығы арасындағы қашықлықтар үлкейеди, бирақ олардың бәршесин де орайда жайласқан деп айтыўға болады. Қала берсе, ноқатлар арасындағы қашықлық қаншама үлкен болса, олар бир биринен соншама тезирек қашықласады. Фридман моделинде де еки галактика арасындағы қашықласыў тезлиги галактикалар арасындағы қашықлыққа туўры пропорционал. Солай етип Фридман модели Хабблдың илимий ашыўына сәйкес галактиканың қызылға ауысыўының усы галактиканың бизден қашықлығына пропорционал екенлигин болжайды. Усындай табысларына қарамастан Фридманның жумыслары Батыста белгисиз болып қалды. Тек 1935-жылы америкалы физик Говард Робертсон хәм англиялы математик Артур Уолкер Хабблдың нәтийжелерине сәйкес келетуғын моделди усынды.

Фридманның өзи тек ғана бир моделди қарады. Бирақ оның еки фундаменталлық болжаўлары орынланатуғын хәр қыйлы болған үш моделди көрсетиў мүмкин. Биринши типтеги моделде (Фридманның өзи тәрәпинен ашылған) Әлем жеткиликли дәрежеде әсте-ақырынлық пенен кеңейеди. Бундай жағдайда галактикалар арасындағы гравитациялық тартысыў күшлери Әлемнің кеңейиўин әстелетип ақыр-аяғында тоқтатады. Буннан кейин галактикалар бир бирине жақынласа хәм соған сәйкес Әлем қысыла баслайды. 3.2- сүўретте қоңсылас галактикалар арасындағы қашықлықтың қалай өзгеретуғындылығы көрсетилген. Бул қашықлық нолден базы бир максимумға шекем үлкейеди, ал кейин нолге шекем кемейеди. Екинши типтеги моделде Әлемнің кеңейиўи үлкен тезлик пенен жүреди хәм гравитациялық тартылыс күшлери кеңейиў тезлигин кемейтиўи мүмкин, бирақ оны тоқтата алмайды.

3.3-сүўретте усындай жағдайдағы галактикалар арасындағы қашықлықтың өзгериси келтирилген. Иймеклик нолден шығады, ал ақыр-аяғында галактикалар турақлы тезлик пенен бир биринен қашықласады. Ең кейинги үшінши типтеги моделде Әлемнің кеңейиў тезлиги нолге шекем қысылыўдан (коллапстан) қашып қутылыўға жеткендей ғана шамаға ийе. Бундай жағдайларда галактикалар арасындағы қашықлық дәслеп нолге тең (3.4-сүўрет), кейин тезлик кемейе береді, бирақ ол нолге шекем ҳеш төменлемейди.

Биринши типтеги Фридман моделинде Әлем кеңисликте шексиз үлкен емес, бирақ шегаралары жоқ. Бул таң қаларлық нәрсе. Гравитацияның күшли болғанлығынан кеңислик майысып Жердің бетиндей болып өзи өзи менен туйықласады. Жердің бети менен бир бағытта қозғала берсеңиз, Сиз ҳеш қашан да абсолют өткізбейтуғын дийўалға соқлығыспайсыз, Жердің шетине тап болып қулап түспейсиз, ақыр-аяғында қай орыннан шыққан болсаңыз, сол орынға қайтып келесиз. Фридманның биринши моделинде кеңислик тап усындай, тек еки өлшемнің орнына Жердің бети үш өлшемге ийе болады. Төртинши өлшем болған ўақыт шекли узынлыққа ийе, бирақ ол басы менен ақырына ийе туўрыға уқсас. Кейин биз улыўмалық салыстырмалық теориясын квант-механикалық принцип пенен байланыстырсақ кеңислик пенен ўақыттың шетлерине, шегараларға ийе болмаса да, шекли болыўының мүмкин екенлигин көремиз.

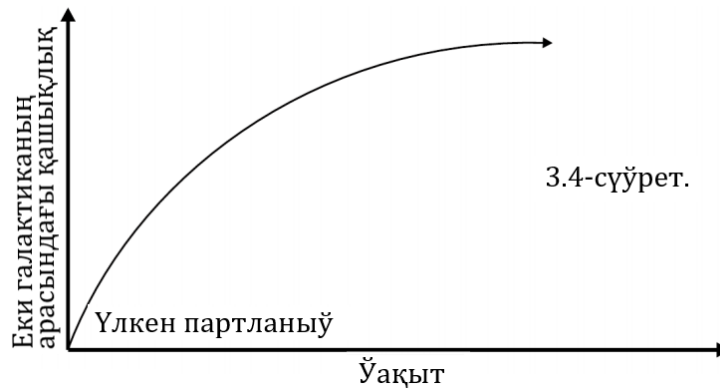
Әлемнің этирапын қалай айланып шығып дәслепки орынға қайтып келиў ҳаққындағы ой тек илимий фантастика ушын жарамлы, бирақ әмелий әхмийетке ийе емес. Себеби бир айланып шығаман дегенше Әлем нолге шекем қысылып үлгереді. Дәслепки ноқатқа Әлемнің ақырына шекем қайтып келиў ушын жақтылықтың тезлигинен де үлкен тезлик пенен қозғалыў керек. Ал бундай болып қозғалыўдың мүмкиншилиги жоқ.

Фридманның биринши моделинде (бул моделде Әлем кеңейеди хәм қысылады) кеңислик майысады хәм Жердің бети сыяқлы өзи өзи менен туйықланады. Сонлықтан Әлемнің өлшемлери шекли. Әлем шексиз кеңейетуғын екінши моделде кеңислик басқаша - аттың ериндей болып майысқан. Сонлықтан екінши моделде кеңислик шексиз. Ақырында, Фридманның үшінши моделинде (кеңейіудің критикалық тезлигинде) кеңислик тегис (демек бул жағдайда да шексиз).

Бирақ Фридманның қайсы модели бизің Әлемимиз ушын жарамлы? Әлем ақыр-аяғында кеңейіуін тоқтатып қысыла баслай ма ямаса кеңейіуін шексиз дауам ете ме? бул сорауларға жууап бериу ушын Әлемнің хәзирги уақытлардағы кеңейіу тезлигин хәм оның орташа тығызлығын билиу керек. Егер тығызлық кеңейіу тезлигине ғәрезли болған базы бир критикалық шамадан киши болса гравитациялық тартысу кеңейіуді тоқтатыу ушын кишилик қылады. Егер тығызлық критикалық тығызлықтан үлкен болғанда гравитацияның тәсиринде болажақта кеңейіу тоқтайды хәм қысылу басланады.

Әлемнің кеңейіуінің бүгинги тезлигин Доплер эффекти бойынша бизлерден галактикалардың қашықласу тезлигин өлшеу арқалы анықлау мүмкин. Бундай өлшеулерди жоқары дәлликте орынлау мүмкин. Бирақ басқа галактикаларға шекемги аралықлар бизге еле анық мәлим емес, себеби тиккелей өлшеулер жүргизиу мүмкин емес. Хәзирше биз Әлемнің хәр бир мың миллион жылда 5-10 процентке кеңейетуғынлығын билемиз. Соның менен бирге Әлемнің орташа тығызлығын есаплауларда жиберилип атырған анықсызлықтың мәниси оннан да үлкен. Егер бизің хәм басқа да галактикалардағы бақланатуғын жулдызлардың массаларын қосып шықсақ хәм соның менен бирге Әлемнің кеңейіу тезлигин киши деп есаплаганның өзінде Әлемнің кеңейіуін тоқтататуғын тығызлықтың жүзден бириндей де болмайды.





Бирақ бизиң де, басқа да галактикаларда тиккелей көриўге болмайтуғын көп муғдардағы қараңғы материя бар. Бундай қараңғы материяның бар екенлигин галактикалардағы жулдызлардың орбиталарына тәсиринен билемиз. Буннан басқа галактикалар тийкарынан галактикалар жыйнақларында бақланады. Сонлықтан да усы галактикалар жыйынларында олардың өзлериниң қозғалысларына тәсир ететуғын көп муғдардағы галактикалар аралық қараңғы материяның болыўы мүмкин. Барлық қараңғы материяның массаларын қосып шыққанымызда кеңейиўди тоқтата аратуғын массаның тек оннан бирин ғана аламыз. Бирақ еле де есапқа алынбаған ямаса еле бақланбаған Әлемниң тығызлығын критикалық мәниске шекем жеткере алатуғын хәм соған сәйкес кеңейиўдиң тоқтаўына алып келетуғын Әлем бойынша теңдей тарқалған материяның басқа да формаларының бар болыўы мүмкин. Солай етип қолда бар мағлыўматлар Әлемниң шексиз кеңейе бариўиниң итимал екенлиги хаққында айтады. Егер кеңейиў тоқтап, ақыр-аяғында қысылыў басланатуғын болса, бул ўақыяның он мың миллион жылдан бурын жүзеге келмейтуғынлығын исеним менен айта аламыз (Әлемниң кеңейе баслағанына да тап сондай ўақыт болды). Бирақ бул жағдайдың бизди оншама тынышсызландырмаўы керек. Егер сол ўақытларға шекем биз Куяш системысының сыртына көшип кетпейтуғын болсақ, ҳазирги Жер бетиндеги адамзат ол ўақытларға шекем өмир сүрмейди - Адамзат Куяш пенен бирге сөнеди!

Фридман моделиниң барлық вариантлары ушын бир улыўмалық жағдай бар: өтмиштиң қандай да бир ўақыт моментинде (он-жигирма мың миллион жыл бурын) қоңсылас галактикалар арасындағы қашықтық нолге тең болған болыўы керек. Үлкен партланыў деп аталатуғын усы моментте Әлемниң тығызлығы хәм кеңислик-ўақыттың иймеклиги шексизликке тең.

Математиклер шексиз үлкен санлар менен әмеллер жүргизиўди билмейди. Бул өз гезегинде улыўмалық салыстырмалық теориясына сәйкес (Фридманның шешимлери усы теорияға тийкарланған) Әлемде усы теорияны қолланыўға болмайтуғын ноқаттың болыўы керек дегенди аңлатады. Бундай ноқат математикада айрықша (сингуляр) ноқат деп аталады. Бизиң барлық илимий теорияларымыз кеңислик-ўақытты тегис, дерлик жалпақ деп есаплайды, сонлықтан оларды кеңислик-ўақыттың иймеклиги шексиз болатуғын үлкен партланыўдың сингуляр ноқатында дурыс нәтийжелер бермейди. Сонлықтан егер үлкен партланыўдың алдында қандай да бир ўақыялар болып өткен болса, үлкен партланыў ноқатында болжаў мүмкиншилиги нолге тең болған болар еди хәм усы ўақыялар бойынша келешекти болжаўдың мүмкиншилиги жоғалады. Тап сол сыяқлы үлкен партланыўдан кейин нелердиң болғанлығын билетуғын болсақ та (ал бизлер тек соны билемиз), усы партланыўға шекем нелердиң болғанлығын билмеймиз. Үлкен партланыўға шекем болған ўақыялар бизиң ушын ҳеш қандай нәтийжелерди бермеўи хәм сонлықтан ол ўақыялар Әлемниң илимий моделинде орын алмаўы керек. Усыған байланыслы олар моделден алынып тасланады хәм ўақытты есаплаўдың басын үлкен партланыў

моменти деп есаплаймыз.

Ұақыттың басы бар деген ой көпшиликке унамайды. Себеби бул сөздің тийкарында Қудайдың араласыуы хаққында астарлы сөз турған жоқ па екен деген гүман да пайда болады (үлкен партланыу моделине Католик ширкеу жабысып алды хәм 1951-жылы үлкен партланыу модели Библияға сәйкес келеди деп расимий түрде дағазаланды). Усыған байланыслы мәселени үлкен партланыусыз шешиу бойынша хәрекетлердің исленгени белгили. Соның ишинде стационар Әлем модели көбирек қоллап-қууатланды. Бул моделдің авторлары нацистлер тәрәпинен басып алынған Австриядан қашқан Х. Бонди хәм Т. Гоулд (1948-жылы), урыс ўақтында радиолокация проблемалары менен шуғылланған англиз Ф. Хойл болды. Олардың идеясы төмендегилерден ибарат: галактикалардың бир биринен қашыуының салдарынан босап қалған орынларда үзликсиз түрде затлардың пайда болғанлығынан жаңа галактикалар қәлиплеседи. Демек Әлем барлық ўақытларда да қайсы бағатта қарағанда да бирдей болып көринеди. Әлбетте затлардың үзликсиз түрде "дөрәуи" ушын салыстырмалық теориясын бирқанша өзгериске ушыратыуға туўра келди. Бирақ затлардың дөрәуиниң тезлиги жүдә киши болып шықты (жылына бир куб километрде бир бөлекше). Бул экспериментлерге қайшы келмеди. Стационар модель - бул биринши баптың критерийлерин басшылыққа алатуғын болсақ жақсы илимий теорияның мысалы бола алады: бул модель жүдә әпиўайы хәм дурыслығын бақлаўлар жүргизиу жолы менен тексерип көриуге болатуғын анық болжаўлар береди. Оның болжаўларының бири төмендегидей: қайсы ўақытта хәм қай орында бақлаўдың жүргизилиўине байланыссыз кеңисликтің белгили бир көлеминдеги галактикалар менен басқа да объектлердің саны турақлы болыуы керек. 50-жыллардың ақырында хәм 60- жыллардың басында Кембридж университетиниң астрономлары М. Райлдың (урыс ўақытлары бул киси де Бонди, Гоулд хәм Хойл менен бирликте радиолокация мәселелери менен шуғылланған) басшылығында сыртқы кеңисликтен келетуғын радиотолқынлар дереклериниң каталогын дүзди. Бул Кембриджлик топар сол радиодереклердің биразларының бизиң Галактикамыздан тыста жайласқанлын көрсетти (хәтте көплеген дереклерди айырым галактикаларға теңлестириу мүмкин болды). Оннан қала берсе хәлсиз дереклердің санының күшли дереклер санынан әдеуир көп екенлиги табылды. Хәлсиз дереклер алыста жайласқан, ал күшли дереклер оларға салыстырғанда жақын жайласқан деп түсиндирилди. Буннан кейин алыста жайласқан областлардағы көлемниң бир бирлигиндеги әдеттегидей дереклер саны жақын орынлардағы көлемниң бир бирлигиндеги сондай дереклердің санынан көп болып шықты. Бул нәтийже бизиң басқа орынларға қарағанда дереклер аз Әлемниң оғада үлкен областының орайында жайласқанлығымызды билдиреди. Бирақ буны басқаша да түсиндириу мүмкин: бурынлары, радиотолқынлар бизге қарай жол алғанда дереклер хәзиргиге қарағанда көбирек болған. Булар стационар Әлем теориясының болжаўларына қайшы келеди. Буннан басқа 1965-жылы Пензиас пенен Вильсон тәрәпинен ашылған микротолқынлық нурланыу Әлемниң тығызлығының бурынлары көп болғанлығын көрсетти. Сонлықтан да Әлемниң стационар моделинен бас тартыуға туўра келди. 1963-жылы еки совет физиги Е.М. Лифшиң хәм И.М. Халатниковлер үлкен партланыўды, соның менен бирге ўақыттың басын жоқ қылыуға тырысты. Лифшиң пенен Халатников үлкен партланыўды хақыйқый Әлемди шама менен тәрийиплейтуғын Фридман моделлериниң айрықшалығынан деп болжады. Хәзирги бар Әлемди тәрийиплейтуғын моделлердің ишиндеги тек Фридман моделлеринде ғана үлкен партланыу ноқатында сингулярлық пайда болады. Фридман бойынша барлық галактикалар туўры бағытларда бир биринен қашықласады хәм, сонлықтан, бир ўақытлары олардың барлығы да бир орында жайласқан. Бирақ хақыйқый Әлемде галактикалар хеш қашан да туўры бойынша бир биринен қашықласпайды. Олардың тезликлериниң туўры бағытқа салыстырғанда мүйеш пенен бағытланған қураўшылары да бар. Сонлықтан хақыйқатында

галактикалардың дәл бір орында тұрыуы шәрт емес, олардың бір бирине жүдә жақын тұрыуы жеткиликли. Бундай жағдайда кеңейиуши Әлем үлкен партланыудың сингуляр нокатында пайда болмай, қандай да бір дәслепки қысылған фазада пайда болған болып шығады. Сонлқтан мүмкин Әлем усындай қысылған халда тұрғанда барлық бөлекшелер бір бири менен соқлығыспаған шығар. Олардың қандай да биреулері бір бирине жақын аралықтардан өтип хәр қыйлы тәреплерге айрылып кеткен, соның себебинен хәзириги ўақытлары бақланылатуғын кеңейиудің орын алыуы да мүмкин. Бундай жағдайда үлкен партланыудың Әлемнің басының болғанлығын қалай анықлаймыз? Лифшиң пенен Халатников улыўма белгилери бойынша Фридман моделлерине уқсақ моделди үйрениў менен шуғылланды. Фридман моделлеринен айырма соннан ибарат болды, олар Әлемдеги бір қәлиптик бузылыулары хәм галактикалардың хақыйқый тезликлериниң тосаттан келип шығатуғын мәнислерге ийе екенлиги есапқа алынды. Усының нәтийжесинде Лифшиң хәм Халатниковлер хәтте галактикалар туўры бойынша бір биринен қашықласатуғын болса да Әлемнің басының үлкен партланыудың болыуының мүмкин екенлигин, бирақ галактикалар белгили бір тәртип бойынша қозғалатуғын шекли сандағы моделлерде орын алатуғынлығын көрсетти. Үлкен партланыўға ийе емес Фридман типиндеги моделлер усындай сингулярлыққа ийе моделлерден жүдә көп болғанлықтан Лифшиң пенен Халатниковлер үлкен партланыў болған жоқ деп тастыйықлады. Бирақ кейинирек олар Фридман типиндеги моделлердиң сингулярлыққа ийе хәм галактикалардың белгили бір тәртипте қозғалыуын талап етпейтуғын әдеўир улыўма болған классын тапты. Сонлықтан 1970-жылы Лифшиң хәм Халатников өзлериниң теориясынан бас тартты.

Бирақ қалай деген менен олардың жумыслары жүдә үлкен әхмийетке ийе болды. Себеби егер салыстырмалық теориясы дурыс болатуғын болса Әлемнің айрықша нокат - үлкен партланыўға ийе болыуының мүмкин екенлиги көрсетилди. Бирақ Лившиң пенен Халатниковлардың жумыслары улыўмалық салыстырмалық теориясынан ўақыттың басы - үлкен партланыудың болыуы керек пе? деген бас сораўға жуўап бере алған жоқ. Бул сораўға 1965-жылы инглиз математиги хәм физиги Роджер Пенроуз тәрепинен мәселеге басқаша қараўдың салдарынан жуўап алынды. Улыўмалық салыстырмалық теориясындағы жақтылық конустарын жүргизиў арқалы хәм гравитациялық күшлер бәрқулла тартылыс күшлери болып табылады деп есаплап Пенроуз жулдыздың өзиниң меншикли гравитациялық күшлериниң тәсиринде қысылатуғынлығын, усының менен бирге бул жулдыздың бети ақыр-аяғында нолге шекем кемейетуғын область пенен шекленетуғынлығын көрсетти. Егер бул областтың бети нолге шекем киширейетуғын болса, оның көлеминиң де сондай өзгериске ушырауы керек. Жулдыздың барлық затлары нолге шекем қысылады, соған сәйкес оның тығызлағы менен кеңислик-ўақыттың иймеклиги шексиз үлкен болады. Басқа сөз бенен айтқанда кеңислик-ўақыттың базы бир областында қара құрдым деп аталатуғын сингулярлық пайда болады.

Биринши рет қарағанда Пенроуз теоремасы тек жулдызға қатнасы бар болып көринеди. Бул теоремада Әлемнің өтмиште үлкен партланыўға ийе болған-болмағанлығы хаққында хеш нәрсе жоқ. Пенроуз өзиниң теоремасын дәлиллеген ўақытлары мен аспирант сыпатында диссертация жақлаў ушын қайтпай-тайсалмай қандай да бір мәселе изледим. Усы ўақыттан еки жыл бурын врачлар маған "боковой амиотрофическнй склероз" ямаса нейронлардың моторлық кеселлиги деп диагноз қойды хәм мениң асып кетсе бир-еки жыл ғана жасайтуғынлығынман түсиник берди. Бундай шараятларда диссертация үстинде ислеў айта қалғандай ақылға муўапық келмеди, себеби диссертациялық жумыс питемен дегенше жасайман деп ойламадым. Бирақ еки жыл өтти хәм аўхалым төменлемеди. Мениң жумысларым жүдә жақсы жүрди, бизлер Джейн Уайлд деген гөззал қыз бенен турмыс қурыўға келистик. Ал үйлениў ушын мениң жумысқа орнласыўым, ал жумысқа орналасыў ушын докторлық

дәреже алыұым керек болды.

1965-жылы мен Пенроуздың қәлеген денениң гравитациялық коллапстың тәсиринде ақыр-аяғында сингулярлық ноқатқа шекем қысылатуғынлығы хаққындағы теоремасы хаққында оқыдым. Кейин ала мен егер Пенроуздың теоремасындағы қысылыұдың кеңейиұ менен алмасыұы ушын ўақыттың бағытын өзгерткенде де хәзирги ўақытлары Әлем үлкен масштабларда турпайырақ болса да Фридман модели бойынша тәрийипленетуғын болғанлықтан сол теореманың дурыс болатуғынлығын түсиндим.

Пенроуз теоремасы бойынша коллапсқа ушыраұшы жулдыздың ең ақырғы халы сингулярлық болып табылады, ал ўақыттың бағытын өзгерткенде бул теорема фридманлық типиндеги қәлеген модель ушын кеңейиұши Әлемнің дәслепки халы да сингулярлық бойыұы керек деп тастыйықлайды. Тахникалық характердеги көз-қарас бойынша Пенроуз теоремасына Әлемнің кеңисликтеги шексизлик болыұ талабы киргизилген. Сонлықтан усы теорема тийкарында мен Әлем қайтадан қысылыұдың басланбаұы ушын жеткиликли дәрежеде кеңейетуғын болғанда ғана сингулярлықтың болыұының керек екенлигин дәллилеұге еристим (өйткени тек усындай ғана фридман моделлери кеңисликте шексиз). Кейин мен бир неше жыллар даұамында сингулярлықтың зәрүрлиги хаққындағы теореманы бул хәм басқа да техникалық қыйыншылықлардан қутқарыұ мақсетинде жаңа математикалық аппаратты дүзиұ менен шуғылландым. Нәтийжеде 1970-жылы бизлер Р.Пенроуз бенен бирликте улыұма салыстырмалық теориясының дурыслығына хәм Әлемдеги затлардың муғдарына тийкарланып үлкен партланыұдың сингулярлық ноқатының бар болыұының кереклиги хаққында мақала жаздық. Бизиң жумысымыз көп сандағы алымлардың, соның ишинде марксистлик философияға садықлығының салдарынан илимий детерменизмге исенген совет алымлары менен сингулярлық идеясының өзин Эйнштейннің теориясының сулыұлығын бузады деп есаплаұшылардың қарсы пикирлериниң пайда болыұына алып келди. Бирақ математикалық теория менен бәсеклесиұдың кереги жоқ хәм сонлықтан жумыс ақырына жеткерилгенде көпилик тәрепинен қабыл етилди. Хәзир дәрлик бәрше алымлар Әлемди үлкен партланыұдың айрықша ноқатында пайда болды деп есаплайды. Тәғдирдің тамашасы болса керек, мениң көз-қарасларым өзгерди хәм усының салдарынан мен хәзир физиклерди Әлем пайда болғанда хақыйқатында да хеш қандай айрықша ноқаттың балмағанлығына исендириұге тырысып атырман. Келеси бапларда квантлық эффектлерди есапқа алмағанда сингулярлықтың жоғалыұының мүмкин екенлигин көрсетемен. Ал усы бапта болса бизлердің ярым әсирден де киши ўақытлар ишинде адамлардың тәбият хаққындағы бир неше мыңлаған жыллар даұамында қәлиплескен көз-қарасларының қандай болып өзгергенлигин анық көрдик. Бул өзгеристиң басламасы Хаббл тәрепинен Әлемнің кеңейетуғының ашылыұы хәм бизиң планетамыздың Әлем кеңислигиниң тек ғана кишкене ғана бөлегин ийелейтуғынлығы болып табылады. Экспериментлик хәм теориялық нәтийжелер көбейген сайын Әлемнің ўақыт бойынша басының болыұының кереклиги айқынлана берди. Ең ақырында буның дурыслығын биз Пенроуз бенен бирликте 1970-жылы Эйнштейннің салыстырмалық теориясының тийкарында дәлилледик. Бизиң дәлиллеұлеримизден улыұмалырақ салыстырмалық теориясының толық емес теория екенлиги келип шықты. Бул теорияда Әлемнің қалай пайда болғанлығы хаққындағы сораұға жуұап жақ. Себеби бул салыстырмалық теориясы бойынша барлық теориялар, соның ишинде салыстырмалық теориясының өзи де Әлем пайда болған ноқатта бузылады. Бирақ улыұмалық салыстырмалық теориясы толық теория ролин атқарыұға умтылмайды: сингулярлық хаққындағы теоремалар тек ғана раұажланыұдың ең басланғыш стадияларында Әлемнің өлшемлериниң жүдә киши болғанлығын, бундай жағдайларда ХХ әсирдің басқа уллы теориясы болған квантлық механика шуғылланатуғын киши масштабтағы эффектлердің әхмийетиниң үлкен

болатуғынлығын тастыйықлайды. Солай етип 70-жыллардың басында бизлерге өзимиздің изертлеулеримизде жүдә үлкеннің теориясынан жүдә кишинің теориясына өтиуимизге туұра келди. Бундай теория болған квантлық механикаға келеси бап бағышланады. Буннан кейин дара-дара болған усындай еки теорияны гравитацияның квант теориясына бириктириу мәселелерин таллауға өтемиз.

Төртінши бап. Анықсызлық принципи

Илимий теориялардың, әсиресе Ньютонның тартылыс теориясының табысларының тәсиринде XIX әсирдің басында француз алымы Пьер Лапласта Әлемге толығы менен детерминацияланған объект сыпатында көз-қарас пайда болды. Лаплас егер қандай да бир ўақыт моментиндеги Әлем халының толық тәрийиплемеси болса Әлемде болыуы мүмкин болған барлық қубылысларды болжауға мүмкиншилик беретуғын ызымлардың жыйнағының болыуы керек деп есаплады. Мысалы егер биз қандай да бар ўақыт моментине тийисли Қуяштың хәм планеталардың аўхалларын билетуғын болсақ, Ньютон ызымлары жәрдемінде Қуяш системасының қәлеген ўақыт моментиндеги қандай халда туратуғынлығын болжай алған болар едик. Бул жағдайда детерменизм анық көринип тур. Бирақ Лаплас әдеуір алған кетти: ол барлық нәрсе, соның ишинде адамның минез-құлқы ушын да сәйкес ызымлар бар деп есаплады.

Илимий детерменизм доктринасы көпшилик тәрәпинен күшли қарсылыққа ушырады. Биразлар бундай доктрина бойынша бизиң дүньямызға Қудайдың еркин араласыуы шекленеди деп есаплады. Бирақ солай болса да бизиң әсиримиздің басында бул идея әдеттегидей илимий гипотеза сыпатында қабыл етилди. Детерменизмнен бас тартыудың зәрүрлигине ең дәслеп англия физиклери Джон Рэлей менен Джеймс Джинстың есаплаулары себеп болды. Бул есаплаулар бойынша жулдыз типиндеги қызған объектлердің барлық ўақытлары шексиз үлкен энергия нурландырыуы керек болып шықты. Сол ўақытлары белгили болған ызымлар бойынша қыздырылған дене бирдей дәрежеде барлық жийиликлердеги (мысалы радиотолқынлар, көринетуғын жақтылық, рентген нурлары) электромагнит толқынларын нурландырыуы шәрт. Бул жийиликлери секундына бирден екиге шекем миллион миллион толқын хәм секундана екиден үш миллион миллион толқынға шекем болған бирдей муғдардағы энергияны нурландырыуға сәйкес келеди. Хәр қыйлы жийиликлер шексиз көп болғанлықтан толық нурланыу энергиясы да шексиз болыуы шәрт.

Усындай абсурдтан қутылыу ушын 1900-жылы немис алымы Макс Планк жақтылық, рентген нурлары хәм басқа да толқынлар қәлеген интенсивлиликте нурландырылмайды, ал тек базы бир порциялар түринде нурландырылады деген гипотезаны қабыл етти. Бул порцияларды Планк квантлар деп атады. Соның менен бирге Планк хәр нурланыудың хәр бир кванты жийилиги қаншама үлкен болса соншама үлкен болатуғын энергияны алып жүреди деп есаплады. Солай етип жеткилики дәрежеде үлкен болған энергияларда бир кванттың энергиясы бар болған энергияның мәнисинен үлкен болыуы мүмкин хәм сонлықтан жоқары жийиликли нурланыу өширилген, ал дене энергиясын жоғалтатуғын интенсивлилик шекли мәниске ийе болады.

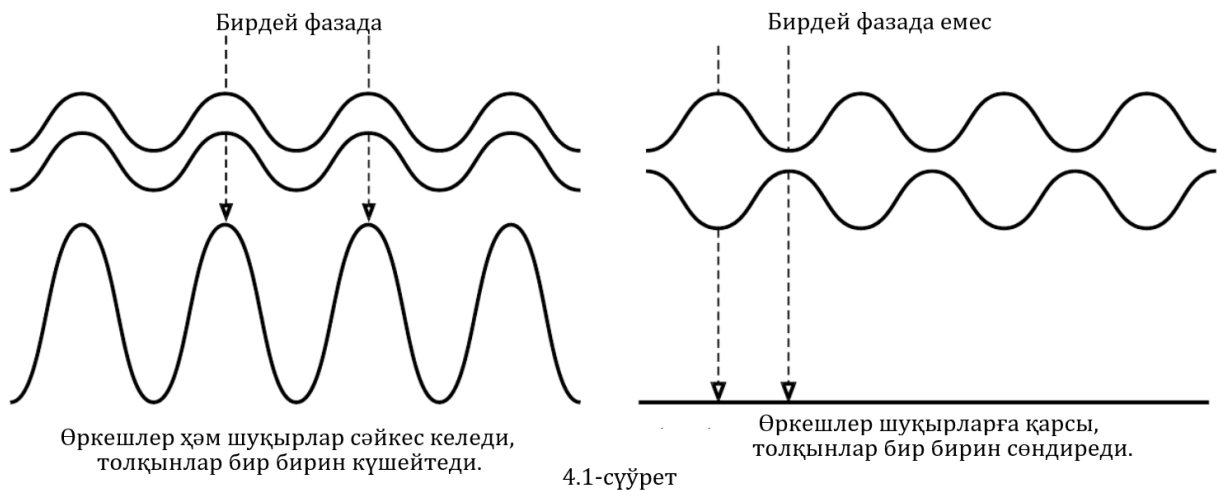
Квантлар гипотезасы қыздырылған денелердің нурланыуының интенсивлииклери менен жақсы сәйкес келди. Бирақ буның детерменизм ушын нени аңлататуғынлығы 1926- жылға шекем анық болған жоқ. Бул жылы басқа немис алымы Вернер Гейзенберг атақлы анықсызлық принципін ашты. Бөлекшелердің аўхалы менен тезликлеринің қандай болатуғынлығын анық болжау ушын ўақыттың берилген моментинде оның аўхалы менен тезлигин дәл өлшеу керек. Буның ушын бөлекшеге жақтылық жиберийимиз шәрт. Усы жақтылық толқынларының бир

бөлими бөлекшеде шашырайды хәм солай етип бөлекшениң кеңисликтеги аўхалын анықлаймыз. Бирақ усы өлшеўлердиң дәллиги еки қоңысы толқынның өркешелери арасындағы қашықтықтан үлкен болмайды. Сонлықтан бөлекшениң кеңисликтеги аўхалын дәл билиў ушын қысқа толқынлы жақтылық керек болады. Планк гипотезасы бойынша жақтылықты бир кванттан киши болған ықтыярлы түрдеги киши порцияларда пайдаланыўға болмайды. Жақтылықтың бул кванты бөлекшениң қозғалысына тәсир етеди хәм оның тезлигин болжай алмайтуғындай етип өзгертеди. Буннан басқа аўхал қаншама дәл өлшениў ушын жақтылық толқынының узынлығын соншама киши, демек бир кванттың энергиясының соншама үлкен болыўы керек. Бул бөлекшениң тезлигиниң көп өзгерис алатуғынлығынан дерек береді. Басқа сөз бенен айтқанда сиз бөлекшениң аўхалын қаншама дәл өлшеўге тырыссаңыз, бөлекшениң тезлигин өлшеўде соншама үлкен анықсызлық жибересиз. Гейзенберг бөлекшениң аўхалындағы анықсызлықты оның массасы менен тезлигин өлшеўде жиберилетуғын анықсызлыққа көбейткенде ҳазирги ўақытлары Планк турақлысы деп аталатуғын базы бир шамадан киши болмайтуғынлығын көрсетти. Бул шама бөлекшениң аўхалын хәм тезликлерин өлшеўде қолланылатуғын усылларға, бөлекшениң типине байланысly емес. Яғный Гейзенбергтиң анықсызлық принципи бизиң дүньяның фундаменталлық сөзсиз орынланыўы керек қасийетлериниң бири болып табылады.

Анықсызлық принципи қоршап турған дүньяны бизиң қабыл етиўимизге қатнасы бар үлкен нәтийжелерге ийе. Хәтте елиўлеген жыл өткен болса да көплеген философлар бул принцип пенен келисимге келмеди, ал бул принциптен келип шығатуғын нәтийжелер даў-жәнжеллер ушын себеп болып киятыр. Анықсызлық принципи Лапластың Әлемниң детерминацияланған модели бойынша әрманының ақырын билдирди. Қақыйқатында да Әлемниң аўхалын ҳазир дәл өлшей алмай турып оның болажағын қалай дәл болжаў мүмкин? Әлбетте, биз өзиниң тәсирин тийгизбей Әлемниң ҳазирги ҳалын анықлаў мүмкиншилиги бар, қандай да бир тәбияттан тыс тийкар (мақлуқ) ушын ўақыяларды толық анықлайтуғын нызамлар жыйнағы бар деп көз алдымызға келтириўимиз мүмкин. Бирақ Әлемниң бундай моделлери бизлер - жалғаншылар ушын қызығыў пайда етпейди. Ең жақсысы "Оккам пәкиси" принципи деп аталатуғын "үнемлеў" принципнен пайдаланғанмыз жақсы болады (У.Оккам 1285-жылы туўылып 1349-жылы қайтыс болған инглиз философы. "Оккам пәкиси" принципиниң мәниси: тәжирийбеде дурыслығы тексерилип көрилиўи мүмкин болмаған түсиниклер илимнен алып тасланыўы керек). Усы принцип тийкарында бақлаўдың мүмкиншилиги жоқ теорияның барлық жағдайларын кесип алып таслаўымыз керек. Усындай жол ды қабыл етип Вернер Гейзенберг, Эрвин Шредингер хәм Поль Дирак бизиң әсиримиздиң 20-жыллары механиканы қайтадан қарап шықты хәм тийкранда анықсызлық принципи жататуғын жаңа теория болған - квантлық механиканы дәретти. Квантлық механикада бөлекшелер бир биринен ғәрезсиз болған хатактеристикаларға ийе емес. Бундай характеристикалар ретинде бақлаў мүмкин болмаған бөлекшениң кеңисликтеги аўхалы менен тезлигин көрсетиўге болады. Буның орнына бөлекшелер аўхал менен тезликтин базы бир комбинациясы менен берилетуғын квантлық ҳаллар менен характерленеди.

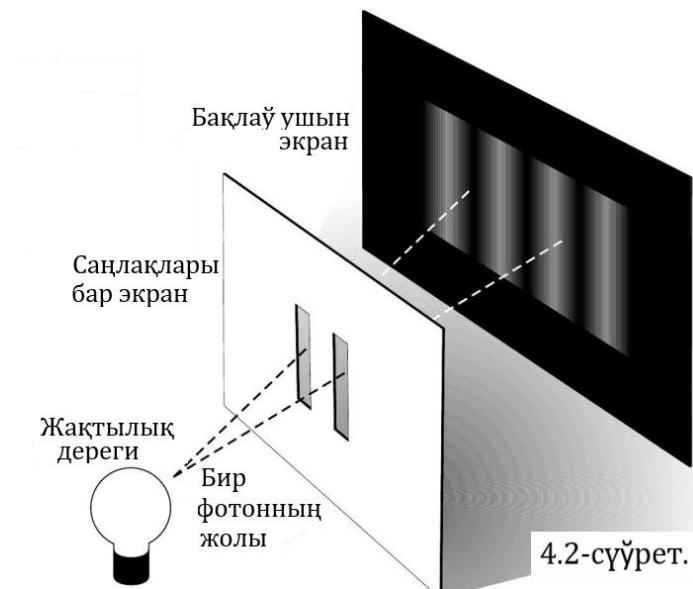
Улыўма айтқанда квантлық механика бақлаў қандай да бирден бир нәтийжеге ийе болады деп болжамайды. Керисинше ол бир қатар хәр қыйлы нәтийжелерди хәм сол нәтийжелердиң хәр бириниң итималлылығын болжайды. Бул басланғыш ҳаллары бирдей болған бирдей болған көп сандағы системалар ушын бирдей өлшеўлер жүргизсек бизлердиң бир қанша өлшеўлерде А нәтийжесин, бир қанша өлшеўлерде Б нәтийжесин х.т.б. алатуғынлығымызды билдиреди. Соның менен бирге биз неше рет өлшеў жүргизгенде нәтийжениң А ға, неше рет өлшеўде нәтийжениң Б ға тең болатуғынлығын да шамалап айта аламыз. Бирақ хәр бир өлшеўдиң нәтийжесин айтыў мүмкиншилиги болмайды. Солай етип квантлық механика илимге алдын ала болжаўдың мүмкин емеслик хәм тосынарлық Элементлерин киргизеди. Квантлық

механиканың раўажланыўына оғада үлкен үлес қосқан болса да Эйнштейн бул концепцияға кескин түрде қарсы шықты. Квантлық мехинкаға қосқан үлкен үлеси ушын Эйнштейнге Нобель сыйлығы берилди. Бирақ ол Әлемди тосыннан болатуғын ўақыялар басқарады деген пикир менен ҳеш қашан келиспеди. Эйнштейнниң барлық сезимлери оның "Қудай сүйек ойнамайды" деген атақлы пикиринде келтирилген. Бирақ алымлардың көпшилиги квантлық механиканы қабыл етиўге умтылды, себеби оның нәтийжелери экспериментам сәйкес келди. Квантлық механика ҳақыйқатында да атақлы теория болып, ол ҳәзриги замандағы барлық илим менен техниканың тийкарында турады. Квантлық механиканың принциптери телевизорлардағы ҳәм электрон-есаплаў машиналарындағы электронлық дүзилислердиң әҳмийетли бөлеклери болған ярымөткизгисли ҳәм интеграллық схемалардың жұмыс ислеўиниң тийкарын қурайды. Квантлық механикада ҳәзирги заман химиясы менен биологиясы сүйенеди. Гравитация теориясы менен Әлемниң ири масштаблы қурылысы теориясы ҳәзирше квантлық механиканы жеткиликли дәрежеде қолланбайтуғын физиканың тараўы болып табылады.



Жақтылық нурланыўы толқынлардан туратуғын болса да Планк гипотезасына муўапық жақтылық бөлекшелердиң ағымы сыпатында да көрсетиледи: жақтылықты шығарыў менен жутыў тек проциялар ямаса квантлар түринде әмелге асады. Ал Гейзенбергтиң анықсызлық принципи болса бөлекшелер базы бир мәнисте өзлери толқын сыпатында көрсетеди деп тастыйықлайды: олар кеңисликте белгили бир аўхалға ийе емес, ал бул кеңислик бойынша итималлықтың базы бир тарқалыўы бойынша "жайылған". Квант-механикалық теорияда пүткиллей басқа математикалық аппарат қолланылады. Бул аппарат бөлекшелер ҳәм толқынлар ҳаққындағы көз-қараслар тийкарында ҳақыйқый дүньяның өзин тәрийиплемейди. Солай етип квантлық механикада толқынлық-бөлекшелик дуализм пайда болады: бир қанша жағдайларда бөлекшелерди толқынлар деп есаплаған қолайлы, ал басқа жағдайларда толқынларды бөлекшелер деп есаплаған мақул. Буннан бир әҳмийетли жуўмақ келип шығады: еки толқын-бөлекше арасындағы интерференция деп аталыўшы физикалық қубылысты биз бақлай аламыз. Солардың биреўиниң толқынының өркешлери басқа толқынның шуқыры менен бетлесийи мүмкин. Бундай жағдайда еки толқын қосылып бир бирин күшейтпейди, ал бир бирин сөндиреди (4.1-сүўрет). Сабын көбиклериңдеги ҳәр қыйлы ревдеги жолақлардың пайда болыўы Жақтылық интерференциясының бәршеге белгили мысалы болып табылады. Бул қубылыс көбикти пайда етиўши суўдың жуқа пленкасының еки бетинде жақтылықтың шағылысыўының салдарынан жүзеге келеди. Ақ жақтылық ҳәр қыйлы реңлерге сәйкес келиўши толқынлардың мүмкин болған толқын узынлықларын ийе болады. Сабын пленканың бир бетинен

шағылысқан базы бир толқынлардың өркешлери пленканың екінші бетінен шағылысқан тап сондай ұзынлықтағы толқынның шұқыры менен бетлеседі. Бундай жағдайда шағылысқан жақтылықта ұсы толқын ұзынлықтарына сәйкес келіуші реңдер болмайды хәм шағылысқан жақтылық хәр қыйлы реңде болады.



Солай етип квантлық механикадағы пайда болған дуализмнің салдарынан бөлекшелер интерференцияға ушырауы мүмкін екен. Усындай интерференцияның кеңнен белгилі мысалы екі саңлағы бар экрандағы тәжірибе болып табылады (4.2-сұйрет). Екі өз ара параллел еңсіз саңлақтары бар экранды қараймыз. Экранның бір тәрепін белгилі бір реңдегі (яғни белгилі бір толқын ұзындығына ие) жақтылық дерегі орнатылған Жақтылық тийкарынан экранның бетіне түседі, бірақ оның киші бөлігі саңлақ арқалы да өтеді. Буннан кейін саңлағы бар экранның екінші тәрепін бақлау өткеріуі үшін және бір экран орнатамыз. Сонда бақлау экранының қалеген нокатына екі саңлақтан өткен жақтылық толқынлары түседі. Бірақ жақтылықтың саңлақтан өтіп экранға жетемен дегенше жүрген жолының ұзындықтары хәр қыйлы болады. Бул саңлақтан өткен толқынлардың бақлау экранына хәр қыйлы фазада келіп жетеуғынлығын билдиреді. Бір орынларда толқынлар бір бирін күшейтеді, екінші орынларды бір бирін хәлсиретеді. Усының нәтижесінде бақлау экранында қараңғы хәм жақты жолақтардан туратуғын характерлі сұйрет қәліплеседі.

Жақтылық дерегін бөлекшелер дерегі (мысалы белгилі бір тезліктерде ушып шығатуғын электронлар, хәр бір тезлікке белгилі бір толқын ұзындығы сәйкес келеді) менен алмастырылған жағдайларда да тап сондай сұйреттің алынуатынлығы таң қаларлық жағдай болып табылады. Тек ғана бір саңлақ болғанда экранда хеш қандай жолақтардың алынбауы оннан да бетер бір түрлі болып көрінеді. Бул жағдайда экранда электронлардың бір теклі тарқалыуы бақланады. Егер және бір саңлақ қосылған жағдайда экранның хәр бір нокатына түскен электронлардың саны көбейеді деп болжау мүмкін. Ал интерференцияның салдарынан керісінше айырым орынларға келіп түскен электронлардың саны кемейеді.

Егер саңлақтар арқалы электронларды бирімлеп жиберсек, онда бул жағдайда электрон биресе бирінші саңлақтан, биресе екінші саңлақтан өтіп, екі саңлақ бір саңлақтың орнын ийелеген болар еді, сонлықтан бақлау экранына келіп түскен электронлардың бір теклі тарқалыуы бақланады деп болжау мүмкін. Бірақ жолақтар хәтте электронлар деректен бирімлеп жиберілген жағдайда да пайда

болады. Демек хәр бир электронның еки саңлақ арқалы да өтиуі керек!

Химия менен биологияда көп айтылатуғын, бизиң өзимизди хәм этирапымыздағылардың барлығын қурайтуғын ең киши "гербишлер" болып табылатуғын атомлардың қурылысын түсиниұимизде бөлекшелердің интерференциясы тийкарғы орынды ийелейди. Әсиримиздің басында атомларды Қуяш системасына уқсас деп есаплады: гравитациялық тартылыстың салдарынан планеталардың Қуяштың дөгерегинде айланатуғынлығындай, оң хәм терис зарядланған бөлекшелер арасындағы тартылыс күшлердің тәсиринде электролар оң зарядланған хәм орайда жайласқан ядроның дөгерегинде айланыуы керек. Бундай етип түсиндириу төмендегидей қыйыншылықларға ушырады: квантлық механика пайда болмастан бурын механика менен электр ызамлары бундай жағдайларда электронлар энергиясын жоғалтады хәм сонлықтан спираль тәризли орбиталар бойынша қозғалып ядроға қулап түсиуі керек. Демек атомлар, усы атомлар менен бирликте бизлер хәм бәрше материя биргеликте оғада үлкен тығызлыққа ийе болған халға коллапсланыуы керек. Бул проблеманың дара шешимин 1913-жылы Дания алымы Нильс Бор тапты. Ол электронлар қәлеген орбиталар бойынша емес, ал орайлық ядродан белгили бир қашықтықларда орналасқан орбиталар бойынша қозғалады деп постулатлады. Егер усыған қосымша хәр бир орбитада тек бир ямаса еки электрон жайласады деп болжау қабыл етилгенде атомның коллапсы проблемасы толғы менен шешилген болар еди. Себеби бул жағдайда электронлар спираль тәризли орбиталар бойынша орайға тәрепке қозғалып ең киши радиусқа хәм энергияға ийе орбиталарды толтырған болар еди.

Бор модели ең әпиұайы атом болған ядроның дөгерегинде тек ғана бир электрон айланып жүретуғын водород атомын жақсы түсиндире алды. Бирақ басқа қурамалырақ атомларға өтиу түсиниксиз болды. Буннан басқа руқсат етилген орбиталардың шекли саны хакқындағы болжау ықтыярлы түрде әмелге асырылды. Бундай қыйыншылықларды жаңа теория болған квантлық механика шешти. Ядро дөгерегинде айланып жүриуши электронларды узынлығы тезликке байланыслы толқын түринде қарауға болатуғын болып шықты. Базы бир орбиталарға электронлар толқынының пүтин сен еселенген узынлығын орналастырыуға болады. Усындай орбиталар бойынша қозғалғанда хәр бир орамдағы (орбиталар бойынша хәр бир айланып шыққанда) толқынның өркешлери барлық ўақытта да бир орында орналасады. Сонлықтан толқынлар бир бири менен қосылады. Бундай орбиталар руқсат етилген Бор орбиталары болып табылады. Ал пүтин сан еселенген толқын узынлығына тең емес орбиталар бойынша қозғалғанда хәр бир өркеш ертели-кеш шуқыр менен компенсацияланады. Сонлықтан бундай орбиталар руқсат етилген орбиталар болып табылмайды. Америка алымы Ричард Фейнман толқын-бөлекше дуализмин көргизбели етип түсиндириуге мүмкиншилик беретуғын сулуў усыл ойлап тапты. Бул усылда классикалық, квантлық емес теориялардағыдай бөлекше тек бир жалғыз траекторияға ийе болады деген болжау жоқ. Керисинше бөлекше А дан Б ға шекем қәлеген мүмкин болған жал менен барады деп есапланады. Хәр бир траектория менен тек еки сан байланыслы: бириншиси толқынның өлшемлерин береді, ал екіншиси толқынның циклдағы аўхалын (өркеш ямаса шуқыр) белгилейди. А дан Б ға өтиудің итималлылығын анықлау ушын барлық траекториялар ушын барлық толқынларды қосып шығыу керек. Егер бир бирине қоцысылас болған бир неше траекторияларды салыстырсақ олардың фазалары ямаса циклдағы аўхаллары бир биринен үлкен айырмаға ийе болады. Бул усындай траекторияларға сәйкес келетуғын толқынлардың бир бирин толық сөндиретуғынлығын көрсетеди. Бирақ қоңсылас траекториялардың базы бир семействалары ушын бир траекториядан екінши траекторияға өткенде фазалар аз өзгереді хәм сәйкес толқынлар бир бирин компенсацияламайды. Бундай орбиталар Бордың руқсат етилген орбиталары болып табылады.

Айқын математикалық түрде жазылған усындай көз-қарасларға сүйеніп құрамалырақ болған атомлар ямаса бір неше атомлардан туратуғын молекулалар (молекулаларда атомлар бір неше ядролар дөгерігінде айланып жүретуғын электронлардың себебинен бір бири менен байланысады) ушын руқсат етилген орбиталарды эпийұайы схемада есаплауға болар еди. Молекулалардың құрылысы, олар арасында болып өтетуғын реакциялар барлық химия менен биологияның тийкарын құрайтуғын болғанлықтан квантлық механика принципінде анықсызлық принципі жиберетуғын дәллікте өз этирапымызда жүз беретуғын барлық құбылыстарды болжауға мүмкіншиликі береді (хақыйқатында көп электронлардан туратуғын системалар ушын есаплаулар жүргизиу жүдә қыйын, бундай есаплауларды жүргизиу әмелий жақтан мүмкін де емес).

Көриніп турғанындай, Әлемнің ири масштабтағы структурасы Эйнштейннің улыұмалық салыстырмалық теориясына бағынады. Бул теория классикалық теория болып табылады. Себебі бул теорияда басқа теориялар менен байланыстырыу ушын керек болған квантлық механикадағы анықсызлық принципі есапқа алынбайды.

Биз ислесетуғын барлық гравитациялық майданлары жүдә әззи болап табылғанлықтан бақлаулар нәтийжелери менен хеш қашан қарама-қарсылыққа келмейміз. Бирақ сингулярлық хаққындағы теоремаларға сәйкес кемінде еки ситуацияда гравитациялық майдан оғада күшли болады: қара құрдымларда хәм үлкен партланыу жағдайында. Бундай күшли майданларда квантлық эффектлер үлкен әхмийетке ийе болыуы керек. Демек классикалық салыстырмалық теориясы тығызлық шексиз үлкен болатуғын ноқаттың болатуғынлығын болжау менен бирге, классикалық (яғный квантлық емес) механиканың атомлардың коллапсқа ушырап, олардың тығызлығының шексиз үлкен боллыуы керек дегеніндей өзіннің жеңілгенлігін мойынлады. Бизде улыұмалық салыстырмалық теориясы квантлық механика менен қарама-қарсылыққа келмейтуғын толық теория еле дүзилген жоқ. Бирақ болажақта дүзилетуғын бундай теорияның базы бир қәсийетлерін билеміз. Усындай қәсийетлердің қара құрдымлар хәм үлкен партланыуға қатнасының нелерді келтиріп шғаратуғынлығы хаққында кейінгі баптарда гәп етеміз. Ал хәзир тәбияттағы күшлерді бирден бир квант теориясына бирлестіріу бойынша жүргизілген ең кейінгі тырысулар менен танысамыз.

Бесінші бап.

Тәбияттағы элементар бөлекшелер хәм күшлер

Аристотель Әлемдегі затлар тийкарғы төрт Элементлерден болған жерден, суудан, оттан хәм хауадан турады деп есаплады. Аристотель бойынша оларға еки түрлі күш тәсир етеді: жер менен сууды төменге қарай тартатуғын салмақ хәм от пенен хауаны жоқары қарай ийтермелейтуғын жеңіллік күші. Барлық нәрселер затлар менен күшлерге бөлінетуғын жағдайлардағы Әлемнің құрылысына болған көз-қараслар хәзиргі уақыттарға шекем сақланбақта.

Аристотель бойынша затлар үзліксиз, яғный заттың қәлеген бөлегін майда болған бөлеклерге шексиз бөле беріу мүмкін. Бундай бөліулердің барысында бөлінбейтуғын майда бөлекше ушыраспайды. Бирақ Демокрит усаған базы бир грек философлары материя өзіннің тәбияты бойынша дән тәрізлі құрылысқа ийе болып, дүньядағы барлық нәрселер көп сандағы атомлардан турады (грек сөзі "атом" бөлінбейді дегенді аңлатады). Әсирлер өтті, бирақ ана ямаса мына тәрептің дурыслығын тәрийиплейтуғын хақыйқый түрдегі дәлилдер болмады. Ақырында 1803-жылы Англия химигі хәм физигі Джон Дальтон химиялық затлардың белгили бир пропорцияларда қосылыу фактин атомларды молекулалар деп аталатуғын топарларға биригеді деп болжау менен түсіндірді. Бирақ бизің әсиримиздің басына шекем еки мектеп уәкиллери арасындағы тартыс атомшылардың пайдасына

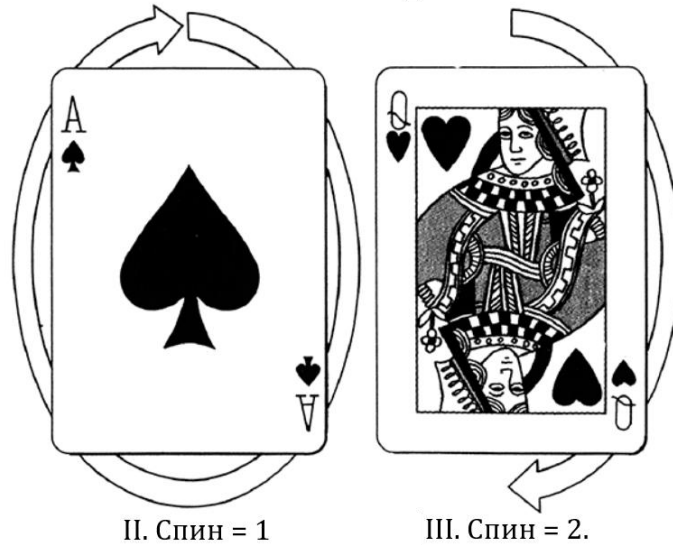
шешилмеді. Бул тартыстың шешилиуіне Эйнштейн үлкен үлес қосты. 1905-жылы арнаулы салыстырмалық теориясы қаққындағы даңқы жұмысынан бір неше хәпте бұрын жазылған мақаласында Броун қозғалысы деп аталатуғын сууда жүрген жеңіл бөлекшелердің тәртіпсіз қозғалысын усы бөлекшелерге суйықлық атомларының келип урылуының салдарынан деп түсіндірді.

Усы ўақытларға шекем атомлардың өзлериниң де бөлинеди деп ойлаўға тийкар болатуғын гейпара мағлыўматлар бар еди. Кембриджеги Тринити-колледжде ислеўши Дж.Дж. Томсон бир неше жал бұрын материяның жаңа бөлекшеси болған электронды ашты. Оның массасы ең жеңіл атомның массасынан мыңлаған есе киши болып шықты. Томсонның эксперименталлық әсбабы хәзирги телевизиялық кинескопты еске түсиретуғын еди. Қызарғанға шекем қыздырылған металл сым электронлардың дереги сыпатында хызмет етти. Электронлар терис зарядқа ийе болғанлықтан олар электр майданында тезлениў алады хәм бетине люминофор жағылған экранға қарай қозғалады. Электронлар экранға келип урылғанда сол жерден жақтылық шығады. Кейинирек электронлардың атомлардан шығатуғынлығы мәлим болды хәм 1911-жылы Англия физиги Эрнст Резерфорд затлардың атомларының қақыйқатында да ишки қурылысқа ийе болатуғынлығын дәлилледі: атомлардың жүдә киши болған оң зарядланған ядродан хәм оның дөгерегинде айланып жүретуғын электронлардан туратуғынлығы белгили болды. Резерфорд усындай жуўмаққа альфа-бөлекшелердің (Радиоактив затлар атомлары тәрепинен шығарылатуғын оң зарядланған бөлекшелер) атомлар менен соқлығысыўының нәтийжелерин изертлеў арқалы келди. Дәслепп атом ядросы электронлардан хәм оң зарядланған протонлардан (грек сөзи "протос" дәслеппки дегенди аңлатады) турады деп ойлады. Себеби протонларды материяны қурайтуғын фундаменталлық блоклар деп есаплады. Бирақ Кембридж университети бойынша Резерфордтың кәсиплеси Джеймс Чедвик 1932-жылы ядрода нейтрон деп аталатуғын басқа да бөлекшениң бар екенлигин ашты. Нейтронның зарядының жоқлығы хәм массасының шама менен протонның массасына тең екенлиги анықланды. Усы жұмысы ушын Чедвик Нобель сыйлығын алыўға миясар болды хәм Кембридж университетиниң Конвилл-энд-Кайус-колледждиң баслығы болып сайланды (хәзир мен ислепп атырған колледж). Кейинирек хызметкерлер менен келиспеўшиликтиң салдарынан оған бул лаўазымнан бас тартыўға туўра келди. Бундай таласлар урыстан кейин басланған еди. Сол ўақытлары қайтып келген жаслардың бир топары ески хызметкерлердің көп жаллар даўамында ийелепп келген басшы лаўазымларды ийелеўине қарсы даўыс берди. Усылардың барлығы да маған шекем болып өтти. Мен колледжде 1965-жылдан баслапп ислепп басладым хәм бул ўақыт таласлардың ең ақырына сәйкес келди. Усы ўақытта колледждиң басшысы Нобель сыйлығының лауреаты Невилл Мотт отставкаға кетиўге мәжбүр болды.

Буннан жигирма жыл бұрын протонлар менен нейтронлар "Элементар" бөлекшелер деп есапланды. Бирақ үлкен тезлик пенен қозғалыўшы протонлар менен электронлардың өз-ара тәсир етисиўи бойынша экспериментлер протонлардың майдарақ болған бөлекшелерден туратуғынлығын көрсетти. Калифорниядағы технологиялық институтында ислеўши теоретик Мюррей Гелл-Манн бул бөлекшелерди кварклар деп атады. 1969-жылы кваркларди изертлегени ушын Гелл-Манн Нобель сыйлығын алыўға миясар болды. "Кварк" атамасы Джеймс Джойстың "Мастер Марк ушын үш кварк" деген түсиниксиз қосық қатарларынан алынған. Идеясы бойынша *quark* сөзи *quart* (куорт) сөзиндей болып айтылыўы керек (т хәриппи к хәриппи менен алмасқан, бирақ әдетте *quark* сөзиндей болып оқылады). Кварклардың хәр қыйлы түрлери белгили: u-кварк, d-кварк, ерси кварк (странный кварк), таң қаларлық кварк (очарованный кварк), b-кварк хәм t-кварк деп аталыўшы кеминде алты түрли "ароматларды" айырыўға болады. Хәр бир "ароматтағы" кварк және үш реңге ийе болады - қызыл, жасыл хәм көк (соны айтып өтиў керек, жоқарыда тек ғана

белгилеулер келтирилген. Кварклардың өлшемлери жақтылық толқынының ұзындығынан жүде киши болғанлықтан реңнің болыуы мүмкін емес. Мәселенің шешими соннан ибарат, хәзирги ўақытлары физиклер жаңадан табылған бөлекшелер хәм қубылыслар ушын грек алфавитин қолланбай, өзлерине қолайлы болған атларды көплег ойлап таўып атыр). Протон менен нейтрон хәр қыйлы "реңдеги" үш кварктен турады. Поротонда еки u-кварк хәм бир d-кварк, ал нейтронда еки d-кварк хәм бир t-кварк бар. Бөлекшелерди басқа кварклардан де дүзиў мүмкин (ерси, таң қаларлық, b хәм t дан). Бирақ бул кварклар әдеўир үлкен маасаға ийе болады хәм сонлықтан тез арада протонлар менен нейтронларға ыдырайды. Биз хәзир атомлардың да, усы атомлардың ишинде жайласқан протонлар менен нейтронлардың да бөлинетуғынлығынын билемиз. Сонлықтан барлық нәрселер туратуғын хақыйқый Элементар бөлекшелер дегенимиз не? деген сораў туўады. Жақтылық толқынларының ұзындықтарының атомлардың өлшемлеринен үлкен болғанлықтан әдеттеги усылар менен атомның қурылысын "көриў" мүмкин емес. Бундай мақсетлер ушын әдеўир киши ұзындықтанғы толқынлар керек. Усы баптың алдындағы бапта биз квантлық механикаға сәйкес бөлекшелердин толқын екенлигин билдик. Соның менен бирге бөлекшениң энергиясы қаншама көп болса, толқын ұзындығы соншама киши болады. Солай етип жоқарыда қойылған сораўға бизиң жуўабымыз биздеги бөлекшениң энергиясының қаншама үлкен екенлигине байланысly. Себеби усы энергияның шамасы менен биз бақлайтуғын ұзындық масштабының қаншама киши екенлиги анықланады. Бөлекшелердин энергиясының өлшеў бирлиги ретинде электронвольтлар қолланылады (Томсон өзиниң экспериментлеринде электронларды тезлендириў ушын электр майданын пайдаланды. 1 вольт электр майданында өткенде электрон алатуғын энергияның мәниси 1 электронвольт болып табылады). XIX әсирде жаныў сыяқлы химиялық реакцияларда бөлинип шығатуғын энергиясы бир неше электронвольт болған бөлекешелерди пайдалана алды, ал атомлар материяның ең киши бөлими деп есапланды. Резерфордтың экспериментлеринде альфа-бөлекшелериниң энергиясы миллионлаған электронвольт болды. Кейин ала бизлер электромагнит майданларының жәрдемінде бөлекшелерди дәслепп миллионлаған, ал оннан кейин мың миллионлаған электронвольтке шекем тезлендире алдық. Усылай етип буннан жигирма жыл бурын Элементар деп есапланған бөлекшелердин оннан да майда бөлекшелерден туратуғынлығын билдик. Ал егер буннан да жоқары энергияларға өткенде майда деп есапланған бөлекшелер оннан да майдарақ бөлекшелерден туратуғын болып шықса не болған болар еди? Әлбетте бул толығы менен итимал ситуация. Бирақ хәзирги ўақытлары бизде тәбияттағы барлық нәрселер туратуғын дәслеппки "гербишлер" хаққындағы мағлыўматлар деп айтыўға базы бир теориялық тийкарлар бар. Әлемде бар барлық нәрселерди, соның ишинде жақтылық пенен гравитацияны да, усы баптың алдыңғы бапта айтылып өтилген бөлекшелик-толқынлық дуализмди есапқа алған ҳалдағы бөлекшелер хаққындағы көз-қараслар тийкарында тәрийиплеў мүмкин. Бөлекшелер болса спин (spin инглиз тилинде айланыў дегенди аңлатады) деп аталыўшы айланыў характеристикасына ийе болады.

I. Спин = 0



5.1-сүүрет.

Енди бөлекшени өзинің көшери дөгерегинде айланыўшы шырылдаўық (волчок) түринде көз алдымызға келтирейик. Ҳақыйқатында бундай картина бизди алжасыққа алып келеди. Себеби квантлық механикада бөлекшелер анық айланыў көшерине ийе болмайды. Сонлықтан егер биз ҳәр тәрәпинен қарағанымызда спин бөлекшениң қандай болып көринетуғынлығынан мағлыўмат береди. Спина 0 ге тең бөлекше ноқатқа уқсас (5- сүүретте көрсетилген), оны қайсы тәрәптен бақласаң да бирдей көриниске ийе болады. Спини 1 ге тең болған бөлекшени стрелка менен салыстырыўға болады, ҳәр тәрәптен қарағанда ҳәр қыйлы болып көринеди ҳәм 360 градусқа бурғанда өзинің дәслепкидей аўхалына қайтып келеди. Спини 2 ге тең бөлекшени еки жағынан да уш шығарылған стрелка сыпатында сәўлелендириў керек. Оның қәлеген аўхалы ярым айланыўдан кейин (180 градус) қайталанады. Жоқарырақ спинге ийе болған бөлекше өзинің дәслепки аўхалына буннан да киши мүйешлерге бурғанда қайтып келеди. Булардың барлығын да аңсат көз алдымызға келтириўге болады. Ал толық айландырғанда өзинің дәслепкидей аўхалына қайтып келмейтуғын да бөлекшелер бар. Оларды қайтып алып келиў ушын еки рет толық айландырыў керек. Бундай бөлекшелердің спине $1/2$ ге тең деп айтады.

Әлемде белгили болған барлық бөлекшелерди еки топарға бөлиўге болады: Әлемдеги барлық затлар спини $1/2$ ге тең бөлекшелерден турады ҳәм спинлери 0 ге, 1 ге ҳәм 2 ге тең болған бөлекшелер сол затларды қурайтуғын бөлекшелер арасындағы тәсир етиўши күшлерди пайда етеди (бул ҳаққында кейинирек гәп етиледи). Затлардың бөлекшелери 1925-жылы австриялы физик Вольфганг Паули тәрәпинен ашылған Паули принципине бағынады. 1945-жылы Паули усы жумысы ушын Нобель сыйлығын алыўға миясар болды. Паули идеал физик-теоретик еди: оның бир қалаға келиўи сол жерде жүргизилип атырған барлық экспериментлердің барысына унамсыз тәсир жасаған деп айтысады. Паули принципи бойынша бирдей болған еки бөлекше бирдей ҳалда тура алмайды, яғный анықсызлық принципи тәрәпинен берилетуғын дәлликтеги бирдей тезликлерге ҳәм координаталарға ийе бола алмайды. Бул принцип спинлери 0, 1, 2 ге тең болған бөлекшелер пайда еткен күшлердің тәсиринде материяның бөлекшелери оғада үлкен тығызлыққа ийе ҳалға не себепли коллапсланбайтуғынлығын түсиндириўге мүмкиншилик берди ҳәм соның ушын да жоқары әҳмийетке ийе: егер заттың бөлекшелери бир бирине жүдә жақын болған координаталарға ийе болса олардың тезликлери ҳәр қыйлы болыўы керек ҳәм сонлықтан олар бундай координаталарға ийе ноқатларда тура алмайды. Егер дүнья

дөрегенде Паули принципі қатнаспағанда кварклар анық бөлекшелер болған протонлар менен нейтронларға бирлесе алмаған, ал өз гезегінде нейтронлар менен протонлар электронлар менен байланыс дүзип атомлар пайда болмаған болар еди. Паули принциписіз бул бөлекшелер коллапсқа ушырап дерлик бир текли хәм тығыз болған "желеге" айланып кетеди.

Спини $1/2$ ге тең болған электронлар хәм басқа да бөлекшелер ҳаққында дурыс көз- қараслар 1928-жылға шекем болған жоқ. Усы жылы Поль Дирак усындай бөлекшелерди тәрийиплейтуғын теорияны усынды. Кейинирек Дирак Кембридждеги математика кафедрасына баслық лаўазымына өткерилди (бул кафедраны өз ўақытлары Ньютон басқарды, ал хәзирги ўақытлары мен басқараман). Дирактың теориясы квантлық механика менен де, арнаўлы салыстыралылық теориясы менен де сәйкес келетуғын биринши теория еди. Бул теорияда электронның спининиң не себептен $1/2$ ге тең екенлиги, яғный не себепли бир рет толық айландырғанда электронның дәслепкидей аўхалына қайтып келмейтуғынлығы, ал еки рет толық айландырғанда қайтып келетуғынлығы математикалық жақтан түсиндирилди. Соның менен бирге Дирак теориясы электронның жолдасының - антиэлектронның, басқаша айтқанда позитронның бар екенлиги болжады. 1932-жылы позитронның ашылыўы Дирак теориясын тастыйықлады, ал 1933-жылы ол физика бойынша Нобель сыйлығын алды. Хәзирги ўақытлары биз хәр бир бөлекшеге усы бөлекше менен аннигиляцияға ушырайтуғын антибөлекшениң сәйкес келетуғынлығын билемиз (тәсирлесийди тәмийинлейтуғын жағдайларда бөлекше менен антибөлекше бир бөлекше болып табылады). Антибөлекшелерден туратуғын антисөзлер хәм антиадамлардың болыў мүмкиншилиги бар. Бирақ сиз антиөзиңизди көрип оған қолыңызды созып жүрмеңиз! Бир бириңизге тийиссеңиз көзди қамастыратуғын партланыў жүз береді хәм екеўңиз де жоқ болып кетесиз. Усыған байланысly бизиң этирапымызда не себепли бөлекшелер антибөлекшелерге қарағанда көп деген сораў пайда болады. Бул мәселеге биз усы бапта қайтып келемиз.

Квантлық механикаға сәйкес затларды қурайтуғын бөлекшелер арасындағы тәсирлесийлер спини 0, 1 ямаса 2 ге тең болған бөлекшелер тәрeпинен алып жүриледі. Заттың бөлекшеси (мысалы электрон ямаса кварк) өзинен тәсирлесийди алып жүрийши болған бөлекшени шығарады. Усының салдарынан заттың бөлекшесиниң тезлиги өзгереді. Буннан кейин алып жүрийши басқа бөлекшеге ушып барады хәм сол бөлекше тәрeпинен жутылады. Бул урылыў сол еки бөлекше арасында күш тәсир ететуғындай етип екинши бөлекшениң тезлигин өзгертеди.

Тәсирлесийдиң бөлекше-алып жүрийшилери бир әхмийетли қәсийетке ийе болады: олар Паулидиң қадаған етиў принципине бағынбайды. Бул алмасылатуғын бөлекшелер санына шек қойылмайтуғынлығын аңғартады. Сонлықтан тәсирлесий күши жүдә үлкен мәниске ийе бола алады. Егер бөлекше-алып жүрийшилердиң массалары үлкен болса олардың үлкен аралықларды өтийи, туўылыўы хәм алмасыўы қыйын болады. Сонлықтан олар тәрeпинен алып жүрилетуғын күшлер қысқа тәсир етиў күшлери болып табылады. Егер бөлекше-алып жүрийшилер меншикли массаға ийе болмаса, узықтан тәсир етиўши күшлер пайда болады.

Затлардың бөлекшелери алмасатуғын бөлекше-алып жүрийшилер виртуаллық бөлекшелер деп аталады. Себеби оларды ҳақыйқый бөлекшелердей етип бөлекшелер детекторы жәрдемінде бақлаў мүмкин емес. Бирақ өлшеў мүмкин болған эффектлерди пайда ететуғын болғанлықтан виртуал бөлекшелердиң бар екенлигин билемиз: усындай виртуал бөлекшелердиң болғанлығынан затлардың бөлекшелери арасында өз-ара тәсир етисий күшлери пайда болады. Базы бир шараятларда спини 0 ге, 1 ге хәм 2 ге тең болған бөлекшелер ҳақыйқый бөлекшелердей болып жасайды. Бундай жағдайларда оларды тиккелей бақлаў мүмкин. Классикалық физика көз-қараслары бойынша бундай бөлекшелер, айтайық, жақтылық хәм гравитациялық толқынлар түринде гезлеседи. Айырым ўақытлары олар затлардың бөлекшелери

бөлекше-алып жүриушілер менен алмасыудың есабынан өз-ара тәсирлескенде шығарылады (Мысалы еки электрон арасындағы өз-ара ийтерелис күшлери тиккелей бақлау мүмкин емес виртуал фотонлар менен алмасыу арқалы жүзеге келеди. Бирақ электронлар бир бириниң тусынан ушып өткенде жақтылық нурлары түрінде бақлау мүмкин болған хақыйқый фотонлардың шығарылыуы мүмкин).

Қандай өз-ара тәсирлесиуді жүзеге келтиретуғынлығына хәм қандай бөлекшелер менен тәсирлесетуғынлығына байланысly бөлекше-алып жүриушілерди төрт типке бөлиу мүмкин. Усындай бөлиудің пүткиллей жасалма екенлигин атап өтемиз. Дара теорияларды дүзиу ушын қолайлы болған бундай схемада әхмийетли ҳеш нәрсе де болмаса керек. Физиклердиң көпшилиги ақыр-аяғында бирлескен бир теорияны дүзиу мүмкин, бундай жағдайда белгили болған барлық күшлер бир күштиң хәр қыйлы түри болып шығады деп үмит етеди. Хәтте көпшилик усы мәселениң шешилиуиниң хәзирги физиканың тийкарғы мақсети деп биледи. Жақында үш күшти бириктириу табыс пенен шешилди. Усы бапта мен еле бул хаққында айтаман. Усындай бириктириуге гравитацияны байланыстыруу хаққында кейинирек гәп етемиз.

Солай етип күшлердиң бир түри гравитациялық күш болып табылады. Гравитациялық күшлер универсаллық характерге ийе. Бул қәлеген бөлекшениң шамасы массаға ямаса бөлекшениң энергиясына байланысly болған гравитациялық күшлердиң тәсиринде болатуғынлығын аңлатады. Гравитация басқа үш күштиң хәр биринен әдеуир хәлсиз. Егер өзине тән еки қәсийети болмағанда бул хәлсиз күш бақланбаған да болар еди: гравитациялық күшлер алыстан тәсир етеди хәм барлық ўақытта да тартысыу күшлери болып табылады. Мысалы Жер хәм Қуяш сыяқлы үлкен өлшемлерге ийе денелердеги бөлекшелер арасындағы гравитациялық өз-ара тәсирлесиу күшлери қосылып жүдә үлкен күшлерди береді. Қалған үшеуи яки киши аралықларда тәсир етеди яки бир жағдайларда тартысыу, екинши жағдайларда ийтерисиу күшлери болып табылып нәтийжеде улыўмалық компенсацияға алып келеди. Гравитациялық майданға квант-механикалық жақтан келсек материяның еки бөлекшеси арасындағы гравитациялық күшти гравитон деп аталыушы спини 2 ге тең болған бөлекше алып жүреді. Гравитон меншикли массаға ийе емес, соның ушын ол тәрәпинен алып жүрилетуғын күшлер алыстан тәсир етиуши күшлер болып табылады. Қуяш пенен Жер арасындағы гравитациялық тәсирлесиуді Жер хәм Қуяшты курайтуғын бөлекшелердиң гравитонлар менен алмасыуынан деп түсиндириледі. Бундай алмасыуда виртуал бөлекшелердиң қатнаساتуғынлығына қарамастан, усундай бөлекшелер пайда ететуғын эффектти өлшеу мүмкин. Себеби бул эффект Жердиң Қуяш дөгерегинде айланыуынан турады! Хақыйқый гравитонлар толқынлар түрінде тарқалады. Бундай толқынларды классикалық физикада гравитациялық толқынлар деп атайды хәм оларды бақлау оғада қыйын. Хәзирше ҳеш ким гравитациялық толқынларды бақлай алған жоқ.

Тәсир етисиудің келеси типі электромагнит күшлери тәрәпинен пайда етиледі. Бундай күшлер электронлар хәм кварклар сыяқлы зарядланған бөлекшелер арасында тәсир етеди. Бирақ гравитон сыяқлы зарядланбаған бөлекшелер арасындағы тәсирлесиуге жуўап бермейди. Электромагнит тәсирлесиу гравитациялық тәсирлесиуге қарағанда әдеуир күшли: еки электрон арасындағы тәсир ететуғын электромагнит күши усы еки электрон арасындағы гравитациялық тартылыс күшинен шама менен миллион миллион миллион миллион миллион миллион миллион (кейнинде қырық еки ноли бар бир) есе үлкен. Бирақ электр зарядының еки түри бар - оң хәм терис. Еки оң зарядлы (тап сол сыяқлы еки терис зарядлы) бөлекшелер арасында ийтерилис, ал оң хәм терис зарядланған бөлекшелер арасында тартылыс күшлери орын алады. Үлкен денелерде (мысалы Жерде ямаса Қуяшта) оң хәм терис зарядлардың муғдарлары дерлик бирдей хәм сонлықтан тартылыс пенен ийтерилис күшлери бир бирин дерлик толық компенсациялайды хәм киши таза электромагнит күши қалады. Бирақ атомлар менен молекулалардың киши

масштабларында электромагнит күшлери үлкен орын ийелейди. Терис зарядланған электронлар хәм ядродағы оң зарядланған протонлар арасындағы электромагнитлик тартылыстың тәсиринде гравитациялық тәсирлесіудің салдарынан Жер Куяштың дөгерегінде қалай айланатуғын болса атомдағы электронлар ядроның дөгерегінде сондай болып айналады. Электромагнит тәсирлесіу фотонлар деп аталыушы спини 1 ге тең меншикли массаға ийе емес көп санлы виртуаллық бөлекшелердің алмасыуы түрінде тәрийипленеди. Гравитонлар жағдайындағыдай, алмасыуды әмелге асырыушы фотонлар виртуаллық болып табылады. Бірақ электрон бір руқсат етилген орбитадан ядроға жақынырақ жайласқан екінші руқсат етилген орбитаға өткенде энергия нурланады. Усының нәтижесінде ҳақыйқый фотон шығарылады. Егер сәйкес келиуші толқын узынлығы көринетуғы жақтылыққа сәйкес келсе шығарылған фотонды көз бенен сезіу ямаса фотопенка жәрдемінде регистрициялау мүмкин. Тап сондай етип ҳақыйқый фотон атомға келип соқлығысқанда электронның бір орбитадан ядродан қашығырақ болған орбитаға өтиуі мүмкин. Бундай өтиу атом тәрепинен жутылған фотонның энергиясының есабынан болады. Үшінші типтегі тәсирлесіу эззи тәсирлесіу деп аталады. Бундай тәсирлесіу радиоактивликке жууап береді хәм спинлери $1/2$ ге тең болған бөлекшелер арасында жүзеге келеді. Бірақ бундай тәсирлесіуде спинлери 0 ге, 1 ге хәм 2 ге тең болған фотонлар менен гравитонлар қатнаспайды. 1967-жылға шекем эззи күшлердің қәсийетлери кем үйренілген еді. Ал сол жылы Лондондағы Империял-колледжде ислеітуғын теоретик Абдус Салам хәм Гарвард университетінде ислеітуғын Стивен Вайнберг бір уақытта жүз жыл бурын Максвелдің электр менен магнетизмди бириктиргениндей эззи тәсирлесіуді электромагнитлик тәсирлесіу менен бириктиретуғын теорияны усынды. Вайнберг хәм Саламлар фотонға қосымша спини 1 не тең болған және де үш түрлі бөлекше бар деп болжады. Бул бөлекшелердің барлығы да аұыр векторлық бозон деп аталады хәм эззи тәсирлесіудің алып жүриушилери болып табылады. Бундай бозонлар W^+ , W^- хәм Z_0 деп белгиленди, хәр биринің массасы шама менен 100 ГэВ ке тең (ГэВ гигаэлектронвольттың қысқаша жазылғаны болып мың миллион электронвольтқа тең). Вайнберг-Салам теориясы симметрияның спонтан бузылыуы деп аталатуғын қәсийетке ийе. Симметрияның спонтан бузылыуы төмен энергияда пүткиллей хәр қыйлы болған бөлекшелердің жоқары энергияларда хәр қыйлы ҳалларда турған бір бөлекше болып табылатуғынлығын аңлатады. Бул жағдай рулетка ойнағандағы шарикке усайды. Жоқары энергиялардың барлығында да (яғный дөңгелектің тез айланғанында) шарик бирдай хәрекет етеді - тоқтамай айналады. Бірақ дөңгелектің айланыуы әстеленгенде шариктің энергиясы киширейеди хәм кейниде дөңгелектегі отыз жеті ойықтың биреуінің ишине келип түседі. Басқа сөз бенен айтқанда шарик киши энергияларда отыз жеті ҳалда жасауы мүмкин. Егер шарикти тек киши энергияларда бақлайтуғын болсақ биз хәр қыйлы болған отыз жеті типтегі шариклер бар деп есаплаған болар едик!

Вайнберг-Салам теориясы 100 ГэВ тен жоқары энергияларда таза үш бөлекше де, фотон да бирдей болыуы, ал бөлекшелердің төмен энергияларында бул "симметрияның" бузылыуы керек деп тастыйықлайды. Пайда ететуғын күшлери тек киши аралықларда тәсир етиуі ушын W^+ , W^- хәм Z_0 бөлекшелеринің массалары үлкен деп болжанды. Вайнберг хәм Салам өзлеринің теориясын усынғанда оларға көпшилик исенбеді. Себеби сол уақытлардағы аз қуатлы тезлеткишлерде W^+ , W^- хәм Z_0 лердің тууылыуы ушын зәрүрлі болған 100 ГэВ энергияға жетиу мүмкин емес еді. Бірақ он жыл өткеннен кейин төмен энергиялардағы теория беретуғын болжаулар экспериментлерде жақсы тастыйықланды хәм 1979-жылы Вайнберг пенен Саламға Гарвардлы Шелдон Глэшоу (ол да уқсас электромагнит хәм эззи ядролық тәсирлесіудің бирлестирилген теориясын усынды) менен бирликте Нобель сыйлығы берилди.

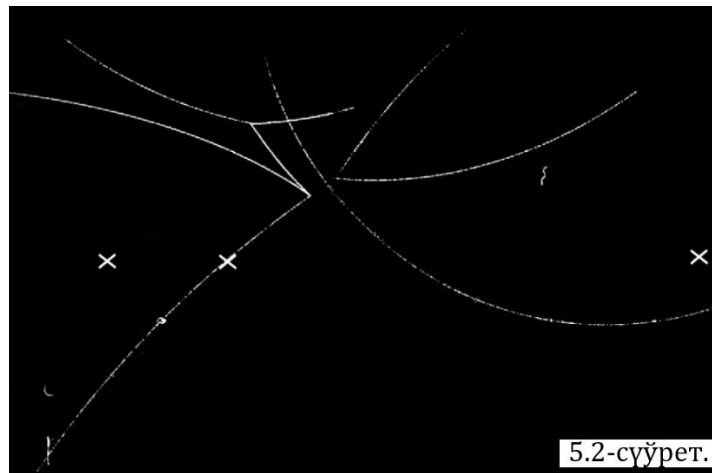
Күшли ядролық тәсир етисіу төртинши типтеги тәсирлесіу болып табылады. Бундай тәсирлесіу протонлар менен нейтронлар ишинде кваркларди, ал атом ядросы ишинде протонлар менен нейтронларды услап турады. Күшли тәсирлесіудің алып жүріушіси спини 1 ге тең глюон деп аталыушы бөлекше болып табылады.

Глюонлар тек кварклар хәм басқа да глюонлар менен тәсир етиседи. Күшли тәсир етисіуде әдеттегидей емес бир қәсийет бар - күшли тәсирлесіу конфайнментке ийе (соп- fin, m, n, - инглиз тилинде шеклениу, услап турыу дегенди аңлатады). Конфайнмент бөлекшелердің барлық ўақытлары да реңсиз комбинацияда турыўында болып табылады. Бир кварк хеш ўақытта да бир өзи жасай алмайды, себеби бундай жағдайда ол реңге ийе болыуы керек (қызыл, жасыл ямаса көк). Сонлықтан қызыл кварк глюон "ағысы" арқалы жасыл хәм көк кварк пенен байланысқан болыуы керек (қызыл + жасыл + көк = ақ). Бундай триплет протон ямаса нейтрон болып табылады. Кварк пенен антикварктің бир жупты пайда ететуғын басқа бир мүмкиншилиги бар (қызыл + антиқызыл ямаса жасыл + антижасыл ямаса көк + антикөк = ақ). Бундай комбинация мезонлар деп аталатуғын бөлекшелердің қурамына киреди. Мезонлар турақлы емес, себеби кварк пенен антикварк электронлар хәм басқа да бөлекшелер пайда етип бир бири менен аннигиляцияға ушырайды. Усындай себеплерге байланысly глюон да конфайнменттің салдарынан өз өзинен жасай алмайды. Себеби глюонның өзинің де реңи бар. Демек глюонлар да топарласып реңи ақ болған топарларды пайда етиуи керек. Глюонлардың усындай топары турақлы емес глюболларды пайда етеди.

Конфайнменттің салдарынан биз айырым кваркти ямаса глюонды бақлай алмаймыз. Кварклар менен глюонларды бөлекшелер деп есаплайтуғын бизің көз-қарасларымыз бираз метафизикалық емес пе деген сорау келип шығады. Жоқ. Себеби күшли тәсирлесіу асимптотлық еркинлик деп аталатуғын және бир қәсийет пенен тәрийипленеди. Усының салдарынан кварклар хәм глюонлар хәққындағы түсиниклер анық түсиниклерге айланады. Әдеттеги энергияларда күшли тәсирлесіу хәқыйқатында да күшли болып табылады хәм кваркларди бир бирине тығыз қысып турады. Бирақ экспериментлер күшли тезлеткишлерде жоқары энергияларда күшли тәсирлесіудің сезилерликтей әззилейтуғынлығын көрсетеди хәм кварклар менен глюонлар өзлерин еркин бөлекшелердей сезе баслайды. 5.2-сүүретте жоқары энергияға ийе болған протон менен антипротонның соқлығысыуы келтирилген. Соқлығысыудың салдарынан туўылған бир неше дерлик еркин кварклар фотосүүретте көринип турған треклер "ағысын" пайда етеди.

Электромагнит хәм әззи байланысларды табысly түрде бириктириудің жуўмағы уллы бирлесіу теориясы деп аталатуғын теорияны алыу ушын усы еки тәсирлесіуди күшли тәсирлесіу менен бирлестириуге урыныулар болып табылды. Теорияның бул атында бир қанша үлкейтип көрсетиу орын алған: бириншиден хәзирги ўақытлары дүзиуге хәрекет етилип атырған уллы бирлесіу теориялары ондай дәрежеде уллы емес, екіншиден бул теориялар барлық тәсирлесіулерди өз ишине қамтымайды. Себеби оның ишине гравитация кирмейди. Буннан басқа бул теориялар шынында да толық емес, себеби олар теориялық жоллар менен есаплау керек параметрлерге ийе емес. Бундай параметрлер теориялық хәм эксперименталлық нәтийжелерди салыстыруу арқалы алынады. Бирақ соған қарамастан бундай теорияларды дүзиу барлық тәсирлесіуди қамтыйтуғын толық бирлесіу теорияларының пайда болыуы бағдарында қойылған адым болып табылады. Уллы бирлесіу теорияларын дүзиудеги тийкарғы идея төмендегиден ибарат: жоқарыда айтылғанындай күшли тәсирлесіу үлкен энергияларда киши энергиялардағыға қарағанда әззилеу болады. Ал электромагнит хәм әззи күшлер асимптоталық ғәрезсиз емес хәм жоқары энергияларда олар өседи. Бундай жағдайда энергияның жүдә үлкен мәнислеринде, уллы бирлесіу энергиясында, усы үш күште бир бирине тең болып, бир күштиң хәр қыйлы түрине айланыуы мүмкин. Уллы бирлесіу теориялары усындай энергияларда

затлардың спинлери $1/2$ ге тең кварк хәм электронлар усаған хәр қыйлы бөлекшелери бир биринен парықланбай қалады деп болжайды. Бул да бирлесиўге қарай атланған бир адым болып табылады.



Уллы бирлесиў энергияның мәніси анық белгили емес, бирақ оның шамасы кемінде мың миллион миллион ГэВ ты қураўы керек. Хәзирги ўақытлардағы тезлеткишлерде энергиясы шама менен 100 ГэВ болған бөлекшелер соқлығысады, болажақ тезлеткишлерде бул шама бир неше мың ГэВ ке шекем өсиўи керек. Бирақ бөлекшелерди уллы бирлесиў энергиясына шекем тезлетиў ушын Қуяш системасының өлшеминдей өлшемлерге ийе тезлеткиш қурыў керек. Хәзиргидей экономикалық ситуацияларда усындай тезлеткиш қурыўды қаржы менен тәмийинлегендей адамды ямаса шөлкемди табыўдың итималлылығы жоқтың қасында. Мине сонлықтан уллы бирлесиў теорияларын тиккелей эксперименталлық тастыйықлаў мүмкин емес. Бирақ бул жерде де, электроэззи тәсирлесиў жағдайындағыдай тексерип көриў мүмкин болған төмен энергиялы нәтийжелер бар.

Бундай нәтийжелердің ең қызықлысы төмендегидей: әдеттеги затлардың массаларының үлкен бөлегин қураўшы протонлар спонтан түрде антиэлектрон сыяқлы жеңил бөлекшелерге бөлиниўи мүмкин. Себеби соннан ибарат, уллы бирлесиў энергиясында кварк хәм антиэлектрон арасында айтарлықтай айырма жоқ. Протонның ишиндеги үш кварк антиэлектронға айланыў ушын жеткиликли дәрежеде энергияға ийе болмайды. Бирақ бир ўақытлары сол кварклардың бири усындай айланыў ушын жеткиликли болған энергияға тосыннан ийе бола алады. Себеби анықсызлық принципине муўапық протонның ишиндеги кварктің энергиясын дәл анықлаў мүмкин емес. Бундай жағдайларда протон ыдырай алады. Бирақ кварктің усындай айланыстың орын алыўы ушын жеткиликли болған энергияға ийе болыўының итималлылығы жүдә кем. Сонлықтан усындай ўақыяның жүз бериўин кемінде миллион миллион миллион миллион миллион (отыз ноли бар бир) жыл күтиў керек. Бундай ўақыт үлкен партланыў жүз берген он мың миллион (он ноли бар бир) жылдан әдеўир көп. Бул жерде протонның спонтан ыдыраўын экспериментте бақлаў мүмкин еместей болып көринеди. Бирақ протонлардың ыдыраўының итималлылығын оғада көп протонларды изертлеў арқалы үлкейтиў мүмкин (Мысалы уллы бирлесиў теорияларының бирине сәйкес отыз бир ноли бар сандағы протонларды бир жыл даўамында бақлап кемінде бир ыдыраўды бақлаў мүмкин).

Қаншама экспериментлер исленбесин, олар протонлар менен нейтронлардың ыдыраўы хаққында хеш қандай анық мағлыўматларды берген жоқ. Сегиз мың тонна суў пайдаланылған экспериментлердің бири Огайо штатындағы дуз шахтада өткерилди (протонның ыдыраўы деп қабыл етилиўи мүмкин болған космослық

кесент бериулерди жоқ қылыу үшін). Эксперименттің барысында протонның бір де ыдырауы есапқа алынбағанлығы себепли протонның өмиринің ұзынлығы он миллион миллион миллион миллион миллион (отыз ноли бар бир) жылдан үлкен деп жуу мақ шығару керек. Бул нәтиже әпиуайы уллы бирлесиу теориясы болжауынан үлкен болып табылады. Бирақ жоқарырақ баға беретугын құрамалырақ теориялар да бар. Оларды тексерип көриу үшін еле де көбирек затлар қолланылатуғын дәл эксперименттердің өткерилиуі керек.

Протонлардың ыдырауын бақлау бойынша эксперименттердің қыйыншылығына қарамастан бизің өзлеримиздің бар екенлигимизди кери болған - кварклар антикварклардан көп болмаған ең дәслепки стадияда протонлар ямаса оннан да әпиуайырағы кварклардың пайда болуының нәтижеси болып табылады деп есаплауға болады. Әлемнің басының усындай картинасы тәбиййілеу болып көринеди. Жердеги затлар тийкарынан протонлар менен нейтронлардан, олар өз гезегінде кварклардан турады. Бирақ бул затларда тезлеткишлерде алынған бир неше дана антикварклардан басқа антикварклардан туратуғын антопротонлар да, антинейтронлар да жоқ. Космос нурлары менен орынланған эксперименттер жоқарыдағыдай жағдайдың бизің Галактикамыздағы затлар үшін да орын алатуғынлығын дәлиллейди: Галактикада жоқары энергиялы бөлекшелер соқлығысқанда пайда болатуғын бөлекше-антибөлекше жуплары тууылғанда пайда болатуғын аз сандағы антибөлекшелерден басқа антипротонлар да, антинейтронлар да жоқ. Егер бизің Галактикамызда антизатлардан туратуғын бөлимлер болғанда затлар менен антизатлар арасындағы шегарада күшли нурланыуды бақлаған болар едик (бундай шегарада бөлекшелер менен олардың антибөлекшелери соқлығысып аннигиляцияның салдарынан жоқары энергиялы нурланыу бақланған болар еди).

Бизде басқа галактикалардағы затлардың протонлар менен нейтронлардан ямаса антипротонлар менен антинейтронлардан туратуғынлығы хаққында тууырдан-тууыры алынған мағлыұматлар жоқ. Бирақ бир галактика шеклерінде бөлекшелер менен антибөлекшелер араласпасының болуы мүмкин емес. Себеби олардың аннигиляциясының салдарынан күшли нурланыудың шығуы керек. Сонлықтан барлық галактикалар да кварклардан турады, ал антикварклардан турмайды деп айта аламыз. Соның менен бирге бир галактикаларды затлардан, ал басқа галактикаларды антизатлардан турады деп те айта алмаймыз.

Бирақ не себепли кварклар антикварклардан көп болуы керек? Неликтен олар теңдей муғдарда емес. Қалай деген менен бизлердің жолымыз болған. Себеби егер кварклар менен антикварклар теңдей муғдарда болғанда Әлемнің ең дәслепки уақытлары оны нурланыу менен толтырып аннигиляцияға ушыраған болар еди. Галактикалар да, жұлдызлар да, адамзаттың рауажланыуы үшін планеталар да болмаған болар еди. Уллы бирлесиу теориялары жәрдемінде Әлемде хәтте дәслепки уақытлары кварклар менен антикварклар өз-ара тең болғанда да хәзирги уақытлары не себептен кварклар антикварклардан көп екенлигин түсиндириуге болады. Жоқарыда айтқанымыздай уллы бирлесиу теорияларында жоқары энергияларда кварклар антиэлектронларға айлана алады. Кери процесслердің де жүриуі мүмкин: антикварклар электронларға, ал электронлар менен антиэлектронлар антикварклар менен кваркларға айланады. Әлемнің рауажланыуының ең ерте стадияларында Әлемнің температурасы жүдә жоқары болған хәм бөлекшелердің энергиясы сондай айланыслардың жүриуі үшін жеткиликли болған. Бирақ сонда да не себепли кварклар антикварклардан көп болып шықты? Себеп соннан ибарат, физиканың нызамлары бөлекшелер хәм антибөлекшелер үшін бирдей емес.

1956-жылға шекем физиканың нызамлары симметрияның үш түрлендириуі болған С ға, Р ға хәм Т ға қарата симметриялы деп есапланды. С симметриясы барлық нызамлар бөлекшелер хәм антибөлекшелер үшін бирдей дегенди билдиреди. Р симметриясы физиканың нызамларының қәлеген қубылыс хәм оның айналық

шағылысыуы ушын бирдей дегенди аңлатады (саат стрелкасы бағытында айланыушы бөлекшениң айналық шағылысыуы саат стрелкасы бағытына қарама-қарсы бағытта айланатуғын бөлекше болып табылады). Т симметриясының мәніси төмендегиден ибарат: барлық бөлекшелер менен антибөлекшелердің қозғалыс бағдарын қарама-қарсы бағытқа өзгертсек система бурынғыдай халына қайтып келеди. Басқа сөз бенен айтқанда ўақыт бойынша алға ямаса кейинге жүргендеги физиканың ызымлары бирдей.

1956-жылы еки америкалы физик Тзундао Ли хәм Чженьнин Янг эззи тәсирлесіуі ҳақыйқатында Т-түрлендириуіге қарата инвариант емес деп пикир айтты. Басқа сөз бенен айтқанда эззи тәсирлесіуінің салдарынан Әлемнің раўажланыуы оның айналық сўретиниң раўажланыуынан басқаша болып әмелге асады. Сол жылы Ли менен Янгтың кәсиплеслери Цзиньсян Ву (ҳаял адам) сол пикирдің дурыс екенлигин дәлиллей алды. Спинлери бирдей болып бағытланатуғындай етип радиоактивли атомлардың ядроларын магнит майданына жайластырып көргенде электронлардың бир бағытта екинши бағыттағыға қарағанда көбирек ушып шығатуғынлығы анықланды. Келеси жылы Ли хәм Янг өзлериниң ашқан жаңалығы ушын Нобель сыйлығын алыуға миясар болды. Кейинирек эззи тәсирлесіуінің С симметриясына да бағынбайтуғынлығы анықланды. Бул бизиң Әлемимиздің антибөлекшелерден туратуғын Әлемнен басқаша болатуғынлығын көрсетеди. Бирақ бәршеге эззи тәсирлесіуі комбинацияланған СР симметрияға (яғный Әлемнің раўажланыуы оның айналық шағылысыуындай, Әлемди айнада шағылыстырып ҳәр бир бөлекшени оның антибөлекшеси менен алмастырамыз) бағынатуғындай болып көринди. Бирақ 1964-жылы еки америкалы Джеймс Кронин хәм Вел Фитчлар К-мезонлар деп аталатуғын бөлекшелер ыдырағанда ҳәтте СР-симметрияның да бузылатуғынлығын тапты. Усының нәтийжесинде 1980-жылы Кронин хәм Фитчлар Нобель сыйлығын алыуға миясар болды (бизиң ойымызда әпиўайы болып көринетуғын Әлемнің ҳақыйқатында әпиўайы емес екенлигин көрсететуғын жумысларға қанша Нобель сыйлықлары берилген?).

Квантлық механикаға хәм салыстырмалық теориясына бағынатуғын қәлеген теорияның СРТ комбинацияланған симметрияға қарата инвариант болатуғынлығы ҳаққында математикалық теорема бар. Басқа сөз бенен айтқанда егер бөлекшелерди антибөлекшелер менен алмастырсақ, барлығын айнада шағылыстырсақ хәм ўақыттың жүриуі бағытын кери бағытқа өзгертсек Әлемнің қәсийетлери өзгермеуи керек. Бирақ Кронин хәм Фитчлар егер бөлекшелерди антибөлекшелер менен алмастырғанда хәм айналық шағылыстыруу әмлге асырылғанда, бирақ усының менен бирге ўақыттың бағытын өзгертпесе Әлемнің қәсийетлериниң басқаша болатуғынлығын көрстти. Демек ўақыттың бағыты өзгергенде физиканың ызымлары өзгеріуи керек, яғный олар Т симметриясына қарата инвариант емес екен.

Дәслепки Әлемде Т-симметрияның бузылғанлығы түсиникли: ўақыт алға қарай жүрсе Әлем кеңейеди, ал ўақыт кейинге қарай жүре басласа Әлем қысыла баслаған болар еди. Ал Т-симметриясына қарата инвариант емес күшлер бар болғанлықтан Әлемнің кеңейіуі барысында усындай күшлердің тәсиринде электронлардың антикваркларге айланыуына қарағанда антиэлектронлардың кваркларге айланыуы көбирек орын алады. Әлем кеңейгенде хәм салқынлағанда антикварклар менен кварклар аннигиляцияға ушырайды, ал кварклар антикварклардан көп болғанлықтан артық кварклар сақланып қалады. Хәзирги ўақытлары биз көрип турған барлық затларды хәм бизлердің өзимизди сол кварклар қурайды. Солай етип бизиң Әлемимизде бар екенлигимиздің өзін уллы бирлесіуі теориясының сапалық жақтан тастыйықланыуы деп қарауға болады. Тек биз хәзирше аннигиляциядан кейин қанша кварктиң қалатуғынлығын, ал қалған бөлекшелердің кварклар ямаса антикварклар екенлигин анық билмеймиз (шынында егер антикварклар артық қалса

бизлер оларды кварклар деп атларын ацсат өзгертп алған болар едик).

Уллы бирлесиў теориялары гравитациялық тәсирлесиўди өз ишине қамтымайды. Бул жүдә әхмийетке ийе емес, себеби гравитациялық күшлер жүдә киши болғанлықтан Элементар бөлекшелер хәм атомлар менен ис алып барғанымызда олар есапқа алынбайды. Бирақ гравитациялық күшлердиң узақтан тәсир ететуғынлығы, олардың барлық ўақытлары да тартылыс күшлери екенлиги фактлери гравитациялық күшлердиң барлық ўақытлары қосылатуғынлығын аңлатады. Демек затлардың бөлекшелери жеткиликли муғдарда болса, гравитациялық күшлер басқа күшлерге қарағанда үлкен болыўы мүмкин. Сонлықтан да Әлемниң эволюциясы гравитация арқалы анықланады. Хәтте жулдызлардың өлшеминдей объектлер жағдайында да гравитациялық тартысыў басқа барлық күшлерден күшлирек болыўы хәм жулдызды коллапсқа алып келиўи мүмкин. 70- жыллары мен усындай жулдызлардың коллапсынан пайда болған қара қурдымларды изертлеў менен шуғылландым. Сол жумыслардың барысында квантлық механика менен салыстырмалық теориясы бир бирине қалай тәсир етеди деген ой келди. Бул енди дүзиў керек болған гравитацияның квант теориясының дәслепки белгилериниң бири еди.

Алтыншы бап. Қара қурдымлар

"Қара қурдым" термини жақында пайда болды. Оны пайдаланыўға 1969-жылы буннан шама менен 200 жыл бурын еске түскен көз-қарастың метафоралық аңлатпасы сыпатында америкалы алым Джон Уилер киргизди. Сол ўақытлары жақтылықтың еки теориясы бар еди: Ньютон қоллайтуғын биринши теорияда жақтылық бөлекшелерден турады, ал екиншисинде жақтылықты толқын деп есаплады. Хәзирги ўақытлары бизлер олардың екеўиниң де дурыс екенлигин билемиз. Квантлық механиканың бөлекшелик-толқынлық дуализм принципи бойынша жақтылықты бөлекшелер деп те, толқын деп те қараў мүмкин. Жақтылықты толқын деп қараўшы теорияда оған гравитацияның қалай тәсир ететуғынлығы түсиниксиз болып қалды. Егер жақтылық бөлекшелердиң ағымы болатуғын болса онда гравитация пушкалардың ядроларына, ракеталарға хәм планеталарға қалай тәсир ететуғын болса жақтылыққа да солай тәсир етиўи керек. Алымлар дәслеп жақтылық шексиз үлкен тезлик пенен қозғалатуғын болғанлықтан гравитация оның тезлигин киширейте алмайды деп есаплады. Бирақ Р-мер жақтылықтың тезлигиниң шекли екенлигин анықлағанда гравитацияның тәсири сезилерликтей болыўының мүмкин екенлиги айқынласты.

Усыған тийкарланып Кембриджли оқытыўшы Джон Мичел 1783-жылы "Лондон Король жәмийетиниң философиялық мийнетлери" (Philosophical transactions of the royal Society of London) журналына өзиниң келеси мақаласын жиберди. Бул мақалада ол жеткиликли үлкен массаға ийе жулдыздың шеклеринен жақтылық шығып кете алмайтуғындай күшли гравитациялық майданды пайда ететуғынлығы, усы жулдыздың бетинен шыққан қәлеген жақтылық нурының жулдыздан алыслап кетпей гравитациялық тартысыўдың нәтийжесинде қайтадан тартып алынаатуғынлығы ҳаққында жазған. Мичел бундай жулдызлардың көп болыўы мүмкин деп есаплады. Бирақ усыған қарамастан бундай жулдызларды көриў мүмкин емес. Себеби оннан шыққан жақтылық бизге жетип келе алмайды. Бирақ биз олардың гравитациялық тартыўын сезиўимиз керек. Усындай объектлерди хәзирги ўақытлары қара қурдымлар деп атайды хәм бул термин олардың мазмунын сәўлелендиреди: космос кеңислигиндеги қараңғы туцғыйық. Мичелдиң бул мийнети жарық көргеннен бир неше жыл өткеннен кейин француз алымы Лаплас ғәрезсиз түрде сәйкес болжаў айтты. Лапластың бул болжаўды өзиниң "Дүнья системалары" деп аталатуғын китабының биринши хәм екинши басылыўларында киргизгени,

бірақ кейінгі басылуларынан алып таслағанлығы қызық (XIX әсирде жақтылықтың корпускулалық теориясы өзінің белгилигин жоғалтты. Барлық қубылыстарды толқынлық теория тийкарында түсіндириуге болатуғындай болып көринди. Ал жақтылыққа гравитациялық күшлердің тәсири анық емес еди).

Хақыйқатында тезлиги белгили бир анық мәниске ийе болғанлықтан, жақтылықты Ньютонның тартылыс теориясындағы пушканың ядросы сыпатында қарауға болмайды (Жердің бетинен жоқары қарай ушқан пушканың ядросы гравитацияның тәсиринде ушыуын әстелетеди, ақыр-аяғында тоқтайды хәм төмен қарай қулап түсиуін баслайды. Фотон болса жоқарыға қарай турақлы тезликте қозғалыуын дауам етиуи керек. Бундай жағдайда Ньютон гравитациясы жақтылыққа қалай тәсир етеди?). Жақтылық пенен гравитацияның тәсир етисиуи бойынша избе-из теория 1915-жылға шекем болған жоқ. Сол жылы Эйнштейн улыұмалық салыстырмалық теориясын усында. Бірақ Эйнштейн теориясынан үлкен массаға ийе жулдызлар ушын қандай жуұмақлардың шығатуғынлығы анықланғанға шекем әдеуир ўақытлар өтти.

Қара құрдымның қалай пайда болатуғынлығын түсиниў ушын жулдыздың өмир циклинің қандай екенлигин еске түсириў керек. Жулдыз газдың үлкен муғдарының (тийкарынан водородтың) өзиниң меншикли гравитациялық тартыуының салдарынан қысылыуының нәтийжесинде пайда болады. Қысылыў процессинде газ атомлары бир бири менен тез-тезден соқлығыса баслайды хәм кем-кемнен тезликлерин үлкейтеди. Нәтийжеде газ қызады хәм ақыр-аяғында сондай қызған халға жетеди, водород атомлары бир биринен қашыудың орнына бир бирине қосылып гелий пайда етеди. Ретлениўши термоядролық партланыуды еске түсириўши бундай реакцияда бөлинип шығатуғын жыллылық жулдыздың жақтылық шығарыуын тәмийинлейди. Қосымша жыллылықтың тәсиринде гравитациялық тартысыуды теңлестиргенге шекем газдың басымы жоқарылайды. Буннан кейин газ қысылыуын тоқтатады. Бул үрленген резина шарды еске түсиреди. Бундай шар ишиндеги оны кеңейиўге мәжбүрлейтуғын ҳаўаның басымы менен шарды қысатуғын резинаның керими менен тең салмақлық орнайды. Шарға усап жулдызлар да узақ ўақытлар турақлы халда қалады. Бул ўақытлары ядролық реакцияларда бөлинип шығатуғын жыллылықтан пайда болған басым гравитациялық қысылыў менен теңлеседи. Бірақ ақыр-аяғында жулдызда водород пенен ядролық жанылғылардың басқа да түрлери теўсиледи. Жулдыздың дәслеппи жанылғы қоры қаншама көп болса, ол соншама тезирек теўсиледи. Себеби гравитациялық тартысыуды теңгерий ушын жулдызға соншама күшли қызыў талап етиледи. Ал жулдыз қаншама қызған болса, оның жанылғысы да тезирек жумсалып кетеди. Қуяштағы жанылғының муғдары шама менен бес мың миллион жылға жетеди. Бірақ массалары үлкенлеў жулдызлар өзиниң жанылғысын барлығы болып жүз миллион жылда жумсап болады (яғный Әлемнің жасынан әдеуир киши ўақытлар ишинде). Жанылғысын жумсап болған жулдыз салқынлай баслайды хәм қысылады. Ал буннан кейин нениң болатуғынлығы бизиң әсиримиздің 20- жылларының ақырында түсиникли болды.

1928-жылы Индиялы аспирант Субраманьян Чандрасекар салыстыралылық теориясы бойынша ең ири қәниге Артур Эддингтонда оқыў курсың өтиў ушын теңиз жолы бойынша Англияға, Кембриджге келди (20-жыллардың басларында бир журналист Эддингтонға дүньяда тек үш адам ғана салыстырмалық теориясын түсинетуғынлығы хаққында еситтим деп айтқан дейди. Сонда Эддингтон азмаз үндемей турып "Мен үшіншиси ким екен? деп ойлап турман" деп жуўап берген). Индиядан саяхатының барысында Чандрасекар жанылғысын жумсап болғаннан кейин өзиниң меншикли гравитациялық күшлерине қарсы тура алыўы ушын жулдыздың массасының қандай болыуының кереклигин есаплаған. Чандрасекар былайынша ойлады: Жулдыз киширейгенде заттың бөлекшелери бир бирине күшли жақынласады. Паулидің қадаған етиў принципи бойынша олардың тезликлери

арасындағы айырманың үлкейіуі керек. Демек бөлекшелер тарқалыуға умтылады хәм жулдыз кеңейеди. Солай етип жулдыздың радиусы гравитациялық тартылыс Паулидің қадаған етиуі принципине сәйкес келиуіи ийтерилис пенен теңлесіуі керек (жулдыздың рауажланыуының дәслепки стадияларында гравитациялық күшлердің жыллылық кеңейіуі менен теңлескеніндей).

Бирақ Чандрасекар Паули принципине сәйкес келиуіи ийтерилистің шамасының шексиз емес екенлигине түсинди. Салыстырмалық теориясы бойынша жулдыздағы затларды қурайтуғын бөлекшелердің тезликери арасындағы максималлық айырма жақтылықтың тезлигине тең. Бул жулдыз жеткиликли дәрежеде тығыз болғанда Паули принципине сәйкес келиуіи ийтерилистің гравитациялық тартылыстан киши болатуғынлығын аңлатады. Чандрасекар есаплауларының барысында егер салқын жулдыздың массасы Қуяштың массасынан бир ярым есе артық болғанда өзинің меншикли гравитациясына қарсы тура алмайтуғынлығын анықлады (массаның усы мәніси хәзирги уақытлары Чандрасекар шегі деп аталады). Шама менен тап сол уақытлары усыған сәйкес жаңалықты совет физиги Л.Д. Ландау ашты.

Чандрасекар менен Ландаудың жууақлары үлкен массаға ийе жулдызлардың тәғдирине байланысly әхмийетли нәтийжелерге ийе болды. Егер жулдыздың массасы Чандрасекар шегинен киши болса, онда ол ақыр-аяғында қысылыуын тоқтата алады хәм жулдыздың мүмкин болған ақырғы қалларының бири ақ иргежейлиге айланады. Ақ иргежейлинің радиусы бир неше мың километрди, тығызлығы хәр сантиметрдің кубында жүзлеген тоннаны қурайды. Бундай объект затларындағы электронлардың Паули принципине сәйкес ийтерисіуінің салдарынан тең салмақтықта турады. Аспанда көп сандағы ақ иргежейлилер көринеди. Олардың ең биринши табылғанларының бири түнги аспандағы ең жақтылы жулдыз болған Сириустың этирапында айланып жүреді.

Ландау жулдыздың басқа да ақырғы қалда тура алатуғынлығын көрсетти. Бундай жағдайда жулдыздың массасы Қуяштың бир ямаса еки массасына ийе, ал радиусы хәтте ақ иргежейлинің радиусынан кем. Бундай жулдызлар Паули принципнен келип шығатуғын ийтерилистің салдарынан өмир сүреді. Бирақ бул жағдайда ийтерилис электронлар арасында емес, ал протонлар менен нейтронлар арасында болады. Сонлықтан бундай жулдызлар нейтрон жулдызлар деген атты алды. Олардың радиусы бир неше онлаған километрден көп емес, тығызлығы бир сантиметрдің кубында жүзлеген миллион тонна. Ландау нейтронлық жулдызлардың бар екенлигин болжағанда оларды қалай бақлаудың кереклигин хеш ким билмеди. Ал оларды бақлаудың хәқыйқыи мүмкиншиликлери әдеуір кейинирек пайда болды.

Жулдыздың массасы Чандрасекар шегинен үлкен болғанда хәм оның жанылғысы теусилгенде үлкен қыйыншылық жүз береді. Катастрофалық гравитациялық коллапстан қутылыу үшін жулдыздың партланыуы мүмкин ямаса массасы шеклик массадан киши болыуы үшін қандай да бир жоллар менен өзинен затлардың бир бөлегін шығарып таслауы керек. Өлшемлеринен ғәрезсиз жулдызда нениң болып өтетуғынлығын тексерип көриу қыйын. Жулдыз өзинің салмағын жоғалтыуға уақыттың келгенлигин қалай биледи? Ал жулдыз хыйқатында да коллапстан қутылыуы үшін салмағын жоғалта алған болса, онда ақ иргежейлинің ямаса нейтрон жулдыздың массасын сол шектен үлкейтсек қандай өзгерислер болады? Мүмкин бундай жағдайда коллапс орын алатуғын хәм жулдыздың тығызлығы шексизликке умтылатуғын шығар? Эддингтон усыларды еситип таң қалған хәм Чандрасекардың нәтийжелерине исениуден бас тартты. Ол жулдыздың бир ноқатқа коллапсланыуын мүмкин емес деп есаплады. Алымлардың көпшилиги усындай пикирде қалды. Эйнштейннің өзи мақаласында жулдызлар ноллик өлшемлерге шекем қысыла алмайды деп билдирди. Алымлардың душпанлық қатнасы (соның ишинде Чандрасекардың биринши муғаллими хәм жулдызлардың қурылысын изертлеуде ең

абырайлы адам болған Эддингтонның) Чандрасекарға усы бағдардағы жұмыстарын таслап кетип жұлдызлар топарларының қозғалысын үйрениўге арналған астрономияның басқа тараўлары бойынша изертлеўлер жүргизиўге мәжбүр болды. Бирақ 1983-жылғы Нобель сыйлығының бир бөлими Чандрасекарға салқын жұлдызлардың шекли массасына байланыслы жұмыстары ушын берилди.

Ол егер жұлдыздың массасы Чандрасекардың шегинен үлкен болса ҳеш қандай қадаған етиў принципиниң коллапсты тоқтата алмайтуғынлығын көрсетти. Ал усындай жұлдызда нениң болатуғынлығы ҳаққындағы мәселени 1939-жылы америкалы жас физик Роберт Оппенгеймер улыўмалық салыстырмалық теориясы тийкарында шешти. Бирақ сол ўақыттағы телескоплардың жәрдемінде Оппенгеймердиң нәтийжелери бойынша болжанған эффектлердиң биреўин де бақлаў мүмкин емес еди. Буннан кейин Екинши жер жүзилик урыс басланып кетти ҳәм Оппенгеймердиң өзи атом бомбасын ислеп шығыў мәселелери менен тығыз шуғылланды. Урыстан кейин гравитациялық коллапс пүткиллей умытылды, себеби алымлардың көпшилигин атомлық ҳәм ядролық масштабтағы кубылыслар көбирек қызықтырды. Бирақ таза жетилискен техникаға байланыслы алпысыншы жыллары астрономиялық бақлаўлардың саны тез өсти ҳәм изертлеў областлары әдеўир кеңейди. Оппенгеймердиң нәтийжелери көплеген физиклер тәрәпинен қайтадан ашылды ҳәм раўажландырылды.

Нәтийжеде Оппенгеймердиң жұмысына байланыслы биз ҳәзир төмендегидей картинаға ийемиз: Жұлдыздың гравитациялық майданына байланыслы кеңислик-ўақытта жақтылық нурлары жұлдыз болмаған жағдайдағы траекторияларынан аўысады. Бети арқалы төбесинен жиберилген жақтылық нурлары жақтылық конуслары жұлдыздың бетиниң тусында ишке қарай азмаз еңкейеди. Бул Қуяш толық тутылғанда алыс жұлдызлардан киятырған жақтылық дәстелериниң бағытларының өзгериўинде көринеди. Жұлдыз қысылған сайын оның бетиндеги гравитациялық майдан күшейеди ҳәм жақтылық конуслары еле де күшлирек еңкейеди. Сонлықтан жұлдыз тәрәпинен шығарылған жақтылықтың жұлдыздың гравитациялық майданының шеклеринен шығып кетиўи қыйынырақ болады. Ал алыстағы бақлаўшыға оның жақтысы гүцгиртлеў ҳәм қызылырақ болып көринеди. Қысылыў барысында жұлдыздың радиусы базы бир критикалық мәниске жеткенде жұлдыз бетиндеги гравитациялық майдан жүдә күшли болады ҳәм жақтылық конуслары жақтылық сыртқа шығып кете алмайтуғындай болып ишке қарай еңкейеди (6.1-сүўрет). Салыстырмалық теориясы бойынша жақтылықтан ҳеш нәрсе де тез қозғала алмайды. Ал жақтылық сыртқа шыға алмайтуғын болса бундай жұлдыздан басқа ҳеш бир объект шығып кете алмайды, яғный барлық нәрсе гравитациялық майдан тәрәпинен тартып алынады. Бул ўақыялардың базы бир көплигиниң, яғный кеңислик-ўақыттың базы бир областының бар екенлигин билдиреди. Усы областтан сыртқа шығыў ҳәм алыстағы бақлаўшыға жетиў мүмкин емес. Ҳәзирги ўақытлары усындай область қара қурдым деп аталады. Қара қурдымның шегарасы ўақыялар горизонты деп аталады. Бул шегара қара қурдымның шеклеринен шығыў мүмкиншилигин биринши болып жоғалтатуғын жақтылық нурларының жоллары менен сәйкес келеди.

Егер жұлдыздың коллапсқа ушырап қара қурдымның пайда болыўын бақлағанда нелерди көретуғынлығымызды түсиниў ушын салыстырмалық теориясында абсолют ўақыттың болмайтуғынлығын ҳәм ҳәр бир бақлаўшыда өзиниң ўақыт өлшеминиң болатуғынлығын еске түсириў керек. Жұлдыз гравитациялық майданға ийе болғанлықтан жұлдыз бетиндеги бақлаўшыдағы ўақыттың өтиў темпи алыстағы бақлаўшыдағы ўақыттың өтиў темпиндей болмайды. Қандай да бир батыр астронавт коллапсланыўшы жұлдыздың бетинде орналасқан болсын ҳәм жұлдыз бенен бирге коллапслансын.

Мейли ол өзиниң сааты бойынша ҳәр бир секундта усы жұлдыз дөгерегинде

айланып жүрген космос кораблине сигнал жиберіп тұрсын. Оның сааты бойынша қандай да бір ұақыт моментінде (айтайық саат 11:00 де) жұлдыздың радиусы критикалық радиустан да кем болатуғындай болып қысылсын. Усындай жағдайда гравитациялық майдан соншама күшейеди, сыртқа хеш нәрсе де шығып кете алмайды хәм батырдың сигналлары космос кораблине жетіп келмейді. Ұақыт 11 ге жақынлағанда астронавттың космос кораблиндегі жолдасларына жиберіп тұрған гезектегі сигналлары арасындағы интерваллар узарады. Бирақ саат 10:59:59 ға шекем бул эффект үлкен болмайды. Астронавт өзінің сааты бойынша 10:59:58 хәм 10:59:59 ұақыт моментлерінде жиберген сигналлары арасындағы ұақыт космос кораблинде бир секундтан сәл көбірек болады. Бирақ астронавт тәрәпинен 11:00:00 де жиберілген сигналды қабыл етіу үшін шексіз көп ұақыт күтіу керек болады. Жұлдыздың бетинен астронавттың сааты бойынша 10:59:59 пенен 11:00 аралығында жиберілген жақтылық нурлары космос кораблиндегі пассажирдің пикири бойынша ұақыттың шексіз үлкен дәуіри бойынша жайылған болып шығады. Кораблге биринен соң бири жетіп келиуши еки толқын арасындағы ұақыт интервалы үлкейеди, сонлықтан жұлдыз тәрәпинен нурландырылатуғын жақтылық үзликсиз хәлсирейди хәм қызылырақ болып көринеди. Ақыр-аяғында жұлдыз дым қараңғыланады. Оны космос кораблинің бортынан енди көре алмайды: жұлдыздың орнында тек кеңісликтегі қара құрдым қалады. Усының менен бирге жұлдызлық гравитациялық тартыуы кораблге тәсир етіуін дауам ете береді хәм сонлықтан ол қара құрдым этирапында айланыуын тоқтатпайды.



6.1-сұйрет

Бирақ бундай сценарий төмендегидей себепке байланысly онша хәқыйқый емес. Жұлдыздан қашықласқанда гравитациялық тартыу хәлсирейди. Сонлықтан барлық ұақытлары да батыр астронавттың аяқлары басына қарағанда көбірек гравитациялық тәсирленеди (аяқлар қара құрдымға қарай бағытланған деп есаплап

атырмыз). Күшлердің айырмасы астронавтты спагетти тәрізлі созыуға алып келеді ямаса ұақыялар горизонты пайда болатуғын жұлдыздың өлшемлери критикалық радиусқа жетемен дегенше-ақ бөлеклерге бөлиніп кетеді. Бірақ бизлер гравитациялық коллапстың ақыбетінде қара құрдымларға айлана алатуғын үлкен объекттер (мысалы галактикалардың орайлық областлары) бар деп есаплаймыз. Бундай жағдайларда усындай объекттердің бирінде тұрған астронавт қара құрдым пайда болмастан бұрын бөлеклерге бөлиніп кетпеген болар еді. Ұақықатында радиус критикалық мәніске жеткенде ол хеш нәрсені де сезбеген болар еді хәм арғы тәрәпинде қайтыу мүмкін болмайтуғын область жайласқан ноқатты сезбей өткен болар еді. Бірақ усы область коллапслана бастағаннан кейін бир неше сааттан кейін аяқ пенен басқа тәсир етиуші гравитациялық күшлердің айырмасы сол адамды бәри бир бөлеклерге бөліп таслаған болар еді.

Бизлер Роджер Пенроуз бенен 1965-жылдан 1970-жылдың ақырына шекем орынлаған жұмысымызда улыұмалық салыстырмалық теориясына сәйкес қара құрдымда сингулярлықтың болыуы керек екенлигин көрсеттик. Сингуляр халда кеңіслік-ұақыттың тығызлығы хәм иймеклиги шексіз. Ситуация ұақытты өлшеудің басына сәйкес келетуғын моменттеги үлкен партланыуды еске түсіреді. Усы жердеги айырма соннан ибарат, ол астронавт хәм коллапсланыушы дене ушын ұақыттың ақырын билдиреді. Бул сингуляр ноқатта илимнің ызымлары бузылған болар еді, ал биз болажақты болжау мүмкіншилигинен айрылған болар едик. Бірақ бул жоғалтыудың қара құрдымнан тыста жайласқан хеш бир бақлаушыға қатнасы болмайды. Себеби оған сингулярлықтан шыққан жақтылық ямаса басқа түрдеги сигнал жетип келмес еді. Усындай таң қаларлық фактнің тәсірінде Роджер Пенроуз "космослық цензура гипотезасын" ұсынды. Буны басқаша былай айтыуға болады: "Құдай жалаңаш сингулярлықты көре алмайды". Басқа сөз бенен айтқанда гравитациялық коллапстың салдарынан жүзеге келген сингулярлықтар қара құрдымлар сыяқлы орынларда болып, сол орынларда ұақыялар горизонты оларды сырттан қарап тұрыушылардың нәзеринен сақлап турады. Бул эззи космослық цензура гипотезасы болып табылады (хәзирги ұақытлары ұсылай аталады): қара құрдымның шеклеринен тыста тұрған бақлаушылар сингулярлықтағы болажақты болжау қабилетлигинен жоғалатуғын жағдайлардан аұлақта болады. Бірақ бул гипотеза қара құрдымға қулап түскен бахытсыз астронавтты құтқарып қалыу ушын хеш нәрсе де бермейді.

Астронавтқа жалаңаш сингулярлықты көріуге мүмкіншилик беретуғын улыұмалық салыстырмалық теориясының базы бир шешимлери бар: оның сингулярлықтан қайтып келиуі хәм "тышқан ини" арқалы ушып өтиу арқалы Әлемнің басқа областларына шығыуы мүмкін. Усындай вариант кеңіслік пенен ұақыт бойынша үлкен мүмкіншиликлерді жаратып барген болар еді. Бірақ, тилекке қарсы бул шешимлердің барлығы да турақлы емес. Киши тәсир, мысалы астронавттың қатнасыуының өзи барлық шешимлери өзгерте алады. Соның нәтижесінде астронавт сингулярлықты усы сингулярлық пенен соқлығысқанша көрмеген болар еді. Ал сол соқлығысыу астронавттың тамам болыуына сәйкес келеді. Басқа сөз бенен айтқанда сингулярлық барлық ұақытта оның болажағында (келешегінде) орын алыуы керек, ал оның өтмишінде хеш қашан да орын алмайды. Космослық цензура гипотезасының күшли формулировкасының мазмұны төмендегидей: реалисттик шешімнің сингулярлықтары толығы менен яки болажақта (гравитациялық коллапс жағдайындағыдай) яки өтмиште (үлкен партланыу жағдайындағыдай) болыуы керек. "Космослық цензура гипотезасының" анау ямаса мынау формулировкада орынланғанлығы бизге жүдә жағымлы. Себеби жалаңаш сингулярлықтардың тусында өтмишке қулап түсиу мүмкіншиликлери болған болар еді. Бул фантаст-жазыушылар ушын жүдә қолайлы, бірақ бул өзіңнің қәуіпсизлигиңе хеш қашан исеним менен қарауға болмайтуғынлығын аңлатады: ким

де бирейдің өтмишке кириуі хәм өзиниң ата-анасы менен жасауы мүмкин (ата-аналары еле ол адамға өмир берместен бурын).

Кеңислик-ўақыттың ишинен қайтып шығыў мүмкиншилиги болмайтуғын областын шегаралап турған ўақыялар горизонты қара қурдымды қоршап турған ярым өткерийши мембранаға усайды: абайламайтуғын астронавт тәризли объектлер ўақыялар горизонты арқалы қара қурдымға қулап түсийи мүмкин, бирақ ҳеш бир объект ўақыялар горизонты арқалы сыртқа шыға алмайды (Ўақыялар горизонты дегенимиз кеңислик-ўақытта қара қурдымнан шығып кетиўге умтылыўшы жақтылықтың тарқалатуғын жолы екенлигин еске түсириңиз, ал жақтылықтан тез ҳеш нәрсе де қозғала алмайды). Ўақыялар горизонты ҳаққында шайыр Дантениң дозаққа кириў ҳаққында "Усы жерге киргенге шекемги барлық үмитлерди таслап кет" дегениндей етип түсинийимиз керек. Ўақыялар горизонтының арғы тәрәпине қулап түсетуғынлардың барлығы да ўақыт тоқтайтуғын шексиз үлкен тығызлықлар областына тап болады.

Улыўмалық салыстырмалық теориясы үлкен массалы объектлер қозғалғанда гравитациялық толқынлардың нурланатуғынлығын болжайды. Гравитациялық толқынлар деп жақтылықтың тезлигиндей тезлик пенен тарқалатуғын кеңисликтің қыйсықлығының пульсациясына айтады. Қәлеген қозғалыста нурланатуғын гравитациялық толқынлар өзи менен бирге системаның энергиясын алып кетеди (Бул суў бетине тасланған қалқыны еске түсиреди. Қалқы дәслепки ўақытлары гә суўдың астына кетеди, гә суў үстине қалқып шығады, ал пайда болған толқынлар оның энергиясын алып кететуғын болғанлықтан ақыр-аяғында тынышлық аўхалға келеди). Мысалы Жердиң Қуяш дөгерегинде айланыўының салдарынан гравитациялық толқынлар пайда болады хәм Жер өзиниң энергиясын жоғалтады. Энергияны жоғалтыў Жердиң орбитасына тәсир етеди хәм Жер Қуяшқа кем-кемнен жақынлайды. Ақыр-аяғында Жер менен Қуяш бир бири менен тийиседи. Нәтийжеде Жер Қуяш дөгерегинде айланыўын тоқтатып стационар ҳалға өтеди. Қуяштың дөгерегинде Жер айланғанда жоғалатуғын энергияның шамасы жүдә аз. Бундай энергияны үлкен емес электр қайнатқышы пайдаланады. Бул Жердиң Қуяшқа шама менен мың миллион миллион миллион миллион жылдан кейин қулап түсетуғынлығын аңғартады. Соның ушын ҳәзирги ўақытлары бул мәселеде тынышсызланбаў керек. Жердиң орбитасы жүдә эстелик пенен өзгередиди хәм сонлықтан оның өзгерисин бақлаў мүмкин емес. Бирақ соңғы бир неше жыллар ишинде дәл сондай эффект PS4 1913+16 системасында (PS4 белгиси "пульсар" дегенди аңлатады, пульсар деп радиотолқынлардың дәўирлик импульсларын нурландыратуғын нейтронлық жулдыздың бир түрине айтады) бақланды. Бул бир бириниң дөгерегинде айланыўшы еки нейтронлық жулдыздан туратуғын системада гравитациялық нурланыўға байланыслы энергияның жоғалыўы олардың спираль бойынша жақынласыўына алып келеди.

Коллапсланып қара қурдым пайда болғанда жулдыздағы барлық қозғалыслар күшли тезлениў алады. Сонлықтан энергияның жоғалыўы да күшли өседиди. Нәтийжеде коллапсланыўшы жулдыз кейин ала стационар ҳалға келиўи керек. Усы ақырғы стационар ҳалдың қандай болыўы керек? Усы ҳал дәслепки жулдыздың барлық қурамалы қәсийетлерине байланыслы болады деп болжаў мүмкин, яғный оның массасы менен айланыў тезлигине ғана байланыслы емес, ал жулдыздың ҳәр қыйлы областларының тығызлықларынан, оның ишиндеги газлердиң қурамалы қозғалысынан ғәрезли деўге болады. Бирақ егер қара қурдымлар оларды пайда ететуғын коллапсланыўшы объектлер сыяқлы ҳәр қыйлы болатуғын болса сол қара қурдымлар ҳаққында улыўмалық бир нәрселерди айтыў дым қыйын болған болар еди.

Бирақ 1967-жылы канадалық алым Вернер Израэль (ол Берлинде туўылған, Түслик Африкада тәрбияланған, докторлық диссертациясын Ирландияда жақлаған)

қара құрдымлар хақындағы илимде революция болдырды. Улыұмалық салыстырмалық теориясы бойынша ол айланбайтуғын қара құрдымлардың жүдә әпиұайы қәсийетлерге ийе болатуғынлығын көрсетти: олар дурыс сфералық формаға ийе, қара құрдымлардың өлшемлери тек ғана олардың массасынан ғәрезли, массалары тең болған еки қара құрдым бир биринен айырмашылыққа ийе болмайды. Демек қара оқпанларды Эйнштейннің теңлемелеринің Карл Шварцшильд тәрәпинен 1917-жылдан табылған дара шешими менен тәрийиплеўге болады екен (улыұмалық салыстырмалық теориясы баспадан жарық көргеннен кейин көп ўақыт өтпей-ақ). Дәслепки ўақытлары көпшилик (соның ишинде Израэльдің өзи де) қара оқпанлар шар тәризли болғанлықтан, олар шар тәризли объектлердің коллапсының нәтийжесинде пайда болады деп есаплады. Солай етип қәлеген жулдыз (жулдыз хеш ўақытта да идеал сфералық формаға ийе болмайды) жалацаш сингулярлық пайда етип коллапсланады екен.

Хақыйқатын айтқанда Израэль тәрәпинен алынған нәтийжени басқаша да интерпретациялаў мүмкин. Усындай интерпретацияны Роджер Пенроуз бенен Джон Уилерлер қоллады. Бул алымлар жулдыз коллапсланғанда орын алатуғын тез қозғалыстың салдарынан нурланатуғын гравитациялық толқынлар жулдызды оннан да бетер айландырыўы мүмкин деп есаплады. Усының салдарынан жулдыз стационар халға келгенде дәл сфералық формаға ийе болады. Усындай көз-қарас пенен қарағанда қәлеген айланбайтуғын жулдыз формасының хәм ишки қурылысының қаншама дәрежеде қурамалы болғанлығынан ғәрезсиз, гравитациялық коллапстан кейин өлшемлери тек ғана массасынан ғәрезли болған дурыс сфералық формаға ийе болады. Соцғылығында усындай жуўмақ сәйкес есаплаўлар жәрдемінде тастыйықланды хәм бәрше тәрәпинен қабылланды.

Израэльдің нәтийжелери айланбайтуғын объектлерден пайда болған қара құрдымларға ғана тийисли еди. 1963-жылы Жаңа Зеландиялы Рой Керр улыұмалық салыстырмалық теориясының теңлемелеринің айланыўшы қара құрдымларды тәрийиплеўши шешимлерин тапты. Керр қара құрдымлары турақлы тезлик пенен айланады, ал олардың формасы менен өлшеми тек ғана массаға емес, ал айланыў тезлигине де байланысly. Егер айланыў орын алмайтуғын болса қара құрдым шар тәризли формаға ийе болып, оған жуўап беретуғын шешим шварцшильд шешимине сәйкес келеди. Егер қара құрдым айланатуғын болса оның диаметри экваторда үлкен мәниске ийе болады (Жер хәм Қуяштың айланыўларының салдарынан деформацияланғанындай). Қала берсе қаншама тез айланса, диаметр соншама үлкейеди. Израэльдің нәтийжесин айланыўшы денелерге өткерий ушын коллапстың салдарынан қара құрдымды пайда етийуши қәлеген айланыўшы дене ақыр-аяғында Керр шешими менен тәрийиплениўши стационар халға келеди деп есаплаў керек.

1970-жылы мениң аспирантым хәм Кембридж бойынша кәсиплесим Брендон Картер усы жағдайды дәлиллеў ушын биринши қәдем қойды. Ол егер айланыўшы қара құрдым зырылдаўық сыяқлы симметрия көшерине ийе болатуғын болса оның формасы менен өлшемлеринің тек ғана массасы менен айланыў тезлигине ғәрезли болатуғынлығын көрсетти. Кейин мен 1971-жылы қәлеген стационар қара құрдымның усындай симметрия көшерине ийе болатуғынлығын дәлилледим. Ең ақырында 1973-жылы Лондондағы Короллық колледжинен Дэвид Робертсон бизиң Картер менен бирге алған нәтийжелеримизге сүйенип жоқарыда келтирилген нәтийжелердің дурыс екенлигин дәлилledi, яғнай стационар қара құрдымның барлық ўақытта да Керр шешими болатуғынлығы көрсетти. Солай етип гравитациялық коллапстан кейин қара құрдым айлана алатуғын, бирақ пульсация орын алмайтуғын халда бола алады екен. Буннан басқа қара құрдымның өлшемлери тек оның массасына хәм айланыў тезлигине байланысly, бирақ қара құрдымға коллапсланған денениң басқа қәсийетлеринен ғәрезли емес. Бул жуўмақ "Қара құрдымда шаш жоқ" деген формулировкада белгили. Қара құрдымның шашының жоқ

екенлиги хаққындағы теорема үлкен әмелий әхмийетке ийе. Себеби ол қара құрдымлардың мүмкін болған типлерине күшли шеклер қояды хәм соның менен бирге қара құрдымларға ийе болыуы мүмкін объектлердың моделлерин дүзиуіге хәм болжауларды бақлаулар нәтийжелери менен салыстырыуға мүмкіншилик береді. Жоқарыдағылардан басқа бул жуумақтан қара құрдымның коллапсланыушы дене хаққындағы информациялардың басым көпшилигин жоғалтатуғынлығы келип шығады. Өйткени колапстан кейин қара құрдымның биз тек массасы менен айланыу тезлигин ғана өлшей аламыз. Усы айтылғанлардың әхмийети келеси бапта айқын болады.

Қара құрдымлар илим тарийхына теориялық жақтан барлық майда-шүйдесине шекем изертленген математикалық модель сыпатында рауажланған, бірақ дурыслығының эксперименталлық тастыйықланыуы болмаған көп емес мысаллардың бири сыпатында киреди. Бул қара құрдымлар хаққында көз-қарасларды қолламайтуғынлардың баслы қарсылығы болды: дурыс яки дурыс емеслиги гүман туұдыратуғын улыұмалық салыстырмалық теориясы тийкарындағы есаплаулардан келип шығатуғын объектлердің реаллығына қалай исениу мүмкін? Бірақ 1963-жылы Калифорниядағы Паламар обсерваториясында ислеуши астроном Маартен Шмидт 3C273 (Радиодереклердің Кембридж каталогиндағы 273-санлы дерек) радиотолқынлар дереги бағытындағы гүцгирт, жулдызға уқсас объекттиң қызылға ауысыуын өлшеди. Шмидт тәрепинен өлшенген қызылға ауысыудың шамасы жүдә үлкен болып шықты. Сонлықтан оны гравитациялық майданның тәсири деп қарауға болмады: егер ол хақыйқатында да гравитациялық болғанда объекттиң өзи оғада үлкен массаға ийе болған хәм бизге жүдә жақын орналасқан, соның салдарында Қуяш системсындағы планеталардың орбиталарын өзгерткен болар еди. Бірақ, мүмкін, сол қызылға ауысуы Әлемнің кеңейиуінен пайда болған шығар. Егер усындай болған жағдайда сол объект бизден үлкен қашықтықта жайласқан болар еди. Ондай үлкен қашықтықлардан көринетуғын объект жүдә күшли жарқыраған болыуы, яғный оғада үлкен энергияны нурландырыуы керек. Усындай үлкен энергияның нурланыуының бирден-бир механизми қандай да бир жулдыздың коллапсы емес, ал галактиканың барлық орайлық областының коллапсы болып табылады. Соннан бери қызылға ауысуыға ийе көп санлы квазжулдыз объектлер ямаса квазарлар ашылды. Бірақ оларға шекемги оғада үлкен қашықтықлар бақлаулар жүргизиуди қыйынластырады хәм қара құрдымлар хаққындағы ақырғы нәтийжелерди айтыуға мүминшилик бермейди.

1967-жылы қара құрдымлардың бар екенлигинің пайдасына жаңадан бәне табылды. Кембриджли аспирант Джослин Белл аспанда радиотолқынлардың бир қәлипли импульсларын нурландырыушы объектлерди тапты. Дәслепп Белл хәм оның басшысы Энтони Хьюиш бизиң Галактикамыздың жерден тыс цивилизациялары менен контакт дүздик деп есаплады.

Өзлеринің ашқан жаңалығы хаққында олардың баянат жасағанлары мениң есимде. Олар төрт деректи қысқартып LGM 1-4 деп атады (бул жерде LGM жасыл адамлар, Little Green Men дегенди аңлатады). Бірақ кейин авторлар хәм басқалар бул бойынша романтикалық жуумаққа келди. Табылған объектлер пульсарлар деп аталды хәм олар айланыушы нейтрон жулдызлар болып шықты. Бундай жулдызлар магнит майданы менен қоршап турған орталықтың құрамалы түрде тәсирлескенлигинің себебинен радиотолқынлардың импульсларын нурландырады екен. Бул жаңалық космостан келиушилер хаққындағы боевиклердің авторларын қапа етти. Бірақ бизлердің қара құрдымларды қоллайтуғын көп болмаған адамлардан туратуғын отрядын руұхландырды, себеби бизлер биринши рет нейтронлық жулдызлардың хақыйқатында да бар екенлиги хаққында мағлыұмат алдық. Нейтрон жулдыздың радиусы шама менен он бес километр болып шықты, яғный жулдыздың қара құрдымға айланыуы ушын керекли болған критикалық

радиустан бир неше есе үлкен. Егер жұлдыз усындай үлкен емес өлшемлерге шекем коллапсланатуғын болса, басқа жұлдызларды оннан да киши өлшемлерге шекем коллапсланады хәм қара құрдым пайда болады деп болжау мүмкин.



6.2-сүүрет. Стрелка бир бириниң дөгерегинде айланатуғын әдеттеги жұлдыз бенен қара құрдымнан туратуғын система деп болжанатуғын Ақ қуу X-1 объекти.

Жоқарыда айтылғанлардың барлығы да унамлы. Бирақ қара құрдым жақтылықты нурландырмайтуғын болса, оны қалай табыу мүмкин? Бул қараңғы өжиреде қара пышықты излеген менен бирдей емес пе? Қалай деген менен бир усылы бар. 1783-жылы жазылған пионерлик жумысында Джон Митчелл қара құрдымлардың өзине жақын жайласқан объектлерге гравитациялық тәсир жасайтуғынлығын айтты. Астрономлар гравитациялық тәсирлесіудің салдарынан бир бириниң әтирапында айланатуғын еки жұлдыздан туратуғын көп санлы системаларды үйренди. Көринбейтуғын жолдасының әтирапында айланатуғын тек бир жұлдыздан туратуғын системалар да бақланады. Сол көринбейтуғын партнерды қара құрдым деп бирден айта алмаймыз, себеби ол жүдә қараңғы жұлдыз болыуы мүмкин. Бирақ сондай системалардың базы биреулері, мысалы Аққу X-1 (6.2-сүүрет), рентген нурланыуының қууатлы дереги де болып табылады. Бул құбылыс былайынша түсиндириледі: көринетуғын жұлдыздың бетинен затлар сууырылып алынады, олар спираль бойынша айланып екінши көринбейтуғын жұлдызға келип түседі. Келип түсіу барысында бул затлар күшли қызады хәм рентген дипазонында нурланады (6.3-сүүрет). Бундай механизмнің орын алыуы ушын көринбейтуғын объекттиң жүдә киши болыуы керек. Сонлықтан көринбейтуғын объект ақ иргежейли де, нейтрон жұлдыз да ямаса қара құрдым да бола алады. Көринетуғын жұлдыздың орбитасын бақлаудың нәтийжелері бойынша көринбейтуғын объекттиң массасының ең киши мәнисин есаплау мүмкин. Аққу X-1 жағдайында бул масса Қуяштың массасынан шама менен алты есе үлкен болып шығады. Сонлықтан Чандрасекарға сәйкес көринбейтуғын объекттиң массасының ақ иргежейли болыуы ушын дым үлкен. Бул масса нейтрон жұлдыз ушын да үлкен. Сонлықтан объект қара құрдым болыуы мүмкин.

Аққу X-1 ди бақлаудың нәтийжелерин қара құрдымсыз түсиндиретуғын басқа да моделлер бар. Бирақ олардың барлығы да жеткиликли дәрежеде жасалма. Қара құрдым бақлау жууақларының бирден бир түсиндирилиуі болып табылады. Усыған

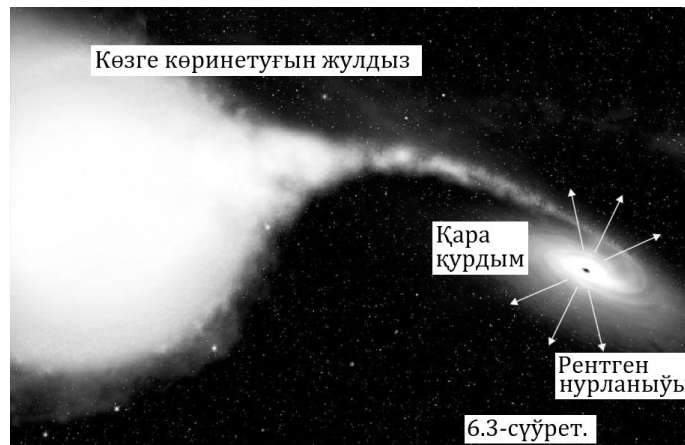
қарамастан мен Калифорниялы технологиялық институтынан Кин Торн менен қақыйқатында Аққу Х-1 де қара құрдым жоқ деп бәсекилестим. Мениң ушын бул базы бир қамсызландырыў. Мен қара құрдымлар мәселелери менен жүдә көп шуғылландым. Егер сол қара құрдымлар жоқ болып шықса мениң барлық жумысларым бийкарға кетеди. Бирақ бундай жағдайда мени жубататуғын нәрсе бәсекиниң утысы болып табылады. Бәсекиниң шәрти бойынша төрт жыл даўамында мен "Private eye" журналын бийпул алатуғын боламан. Егер қара оқпанлар қақыйқатында да бар болса, онда Кип бир жыл даўамында "Penthouse" журналын алады. 1975-жылы бәсекилескенимизде бизлер Аққу Х-1 диң қара құрдым екенлигине 80 процентке исенген едик. Хәзирги ўақытлары бизиң исенимимиз 95 процентке шекем өсти деп айта аламан. Бирақ бәсеки еле өз күшинде қалды.

Биз Аққу Х-1 системасындағыдай бизиң Галактикамызда хәм Үлкен хәм Киши Магеллан бултлары деп аталатуғын қоңысы галактикаларда және де бир неше қара құрдымлар бар екенлиги қаққында мағлыўматларға ийемиз. Бирақ қара құрдымлардың әдеўир көп болыўы керек: Әлемниң узақ тарийхы барысында көплеген жулдызлар өзлериниң жанылғысын толық жумсап коллапсланған болыўы керек. Қара құрдымлардың саны көринетуғын жулдызлардың санынын көп болыўы да мүмкин, ал бизиң Галактикамыздағы көринетуғын жулдызлардың саны шама менен жүз мың миллион. Усындай көп санлы қара құрдымлар пайда ететуғын қосымша гравитация Галактиканың хәзирги ўақытлардағыдай тезликте (ал басқа тезликте емес) айланыўына сәйкес келеди: усындай тезликтің шамасын түсиндириў ушын көринетуғын жулдызлардың массалары жеткиликли емес. Бизиң Галактикамыздың орайында массасы Қуяштың массасынан жүз мың есе үлкен болған үлкен өлшемлерге ийе қара құрдымның бар екенлигине сәйкес келетуғын мағлыўматлар да бар. Галактикадағы усы қара құрдымға жақын жайласқан жулдызлар жақын хәм алыс тәрәпиндеги гравитациялық күшлердиң айырмасынан салдарынан бөлеклерге бөлинип кетеди. Сол бөлеклердиң қалдықлары хәм басқа жулдызлар тәрәпинен шығарылған газ қара құрдым бағытында қулайды. Аққу Х-1 деги жағдайдағыдай газ спираль бойынша буралады хәм қызыды (бул жағдайдағы қызыў күшли емес). Қызыў рентген нурларын нурландырыў ушын жеткиликсиз болады, бирақ Галактиканың орайынан шығатуғын киши радиотолқынлар менен инфрақызыл нурлар дерегин пайда етиў ушын жеткиликли.

Квазарлардың орайынларында массасы Қуяштың массасынан шама менен жүз миллион есе үлкен болған қара құрдымлардың бар екенлигин бийкарлаў мүмкин емес. Усындай массасы аса үлкен қара құрдымға затлардың қулап түсиўиниң салдарынан оғада қуўатлы нурланыўдың себебин түсиндириўге болады. Спираль бойынша буралып затлар қара құрдымға қулап түседі хәм оны усы бағытта айланыўға ийтермелейди. Усының салдарынан Жердиң магнит майданына уқсас күшли магнит майданы пайда болады. Ишине қулап түсиўши затлар қара құрдымның қасында жүдә жоқары энергияға ийе болған бөлекшелерди пайда етеди. Қара құрдымның күшли магнит майданы бул бөлекшелерди қара құрдымның айланыў көшери бағытындағы ағысқа (сорғалаған ағысқа) фокуслайды (қара құрдымның арқа хәм түслик полюслери бағытында). Гейпара галактикалар менен квазарларда усындай ағыс қақыйқаттан да бақланады.

Массасы Қуяштың массасынан киши болған қара оқпанлардың бар болыў мүмкиншилигин қарап өтиўге болады. Бундай қара құрдымлар гравитациялық коллапс ақыбетинде пайда болмайды, себеби олардың массалары Чандрасекар шегинен төменде жайласады: үлкен массаға ийе болмаған жулдызлар ядролық жанылғысы теўсилгеннен кейин де гравитацияға төтепки бере алады. Киши массаға ийе қара құрдымлар сыртқы үлкен басымлардың тәсиринде затлар оғада үлкен тығызлыққа шекем қысылғанда пайда болады. Бундай шараятлар жүдә үлкен водород бомбасы партланғанда жүзеге келеди: бир ўақытлары физик Джон Уилер

дүньядағы барлық океанлардан аўыр суўды айырып алып водород бомбасын соғып партлатқанда оның орайында затлар күшли қысылғанлықтан қара қурдым пайда болады (бирақ әтирапында сол ўақыяны көргендей ҳеш ким қалмаған болар еди) деген жуўмаққа келди. Ең итималға келетуғын мүмкиншилик Әлемнің раўажланыўының ең дәслепки стадияларындағы температураның ҳәм басымның жүдә жоқары мәнислеринде пайда болады. Усындай шараятларда үлкен емес массаға ийе болған қара қурдымлардың пайда болыўы мүмкин. Егер пайда болыўының дәслепки моментлеринде Әлем идеал тегис ҳәм бир текли болмағанда тығызлығы орташа тығызлықтан үлкен айырым областларда қара қурдымның пайда болыўы мүмкин. Бирақ бизлер сондай бир текли емес орталықлардың бар болыўының керек екенлигин билемиз. Егер усындай шәрт орынланбағанда затлар жулдызлар менен галактикаларды пайда етип айырым орынларға жыйналмас еди.



Жулдызлар менен галактикалардың пайда болыўына алып келетуғын бир тексизликлердің қара қурдымлардың пайда болыўына алып келиўи Әлемнің дәслеп қандай болғанлығына байланысly. Усыған байланысly Әлемнің раўажланыўының дәслепки стадияларында пайда болған ҳәм ҳәзирги ўақытларға шекем жасап келген қара қурдымлардың санын билсек, сол дәслепки стадиялардағы ҳаллардың өзи ҳаққында билген болар едик. Массасы мың миллион тонна болған (үлкен таўдың массасы) дәслепки қара қурдымлардың гравитациялық майданлардың көринетуғын материяға ямаса Әлемнің кеңейиўине тәсири бойынша бақланыўы мүмкин. Бирақ келеси бапта қара қурдымлардың пүткиллей қара емес екенлигин көремиз: олар қызған денелердей болып жақтылық шығарады, қала берсе қара қурдымның массасы қаншама киши болса, ол соншама күшлирек жақтылық шығарады. Демек парадокс болса да киши қара қурдымлар үлкен қара қурдымларға салыстырғанда ацсатырақ бақланады деп жуўмақ шығарамыз.

Жетинши бап. Қара қурдымлар оншама қара емес

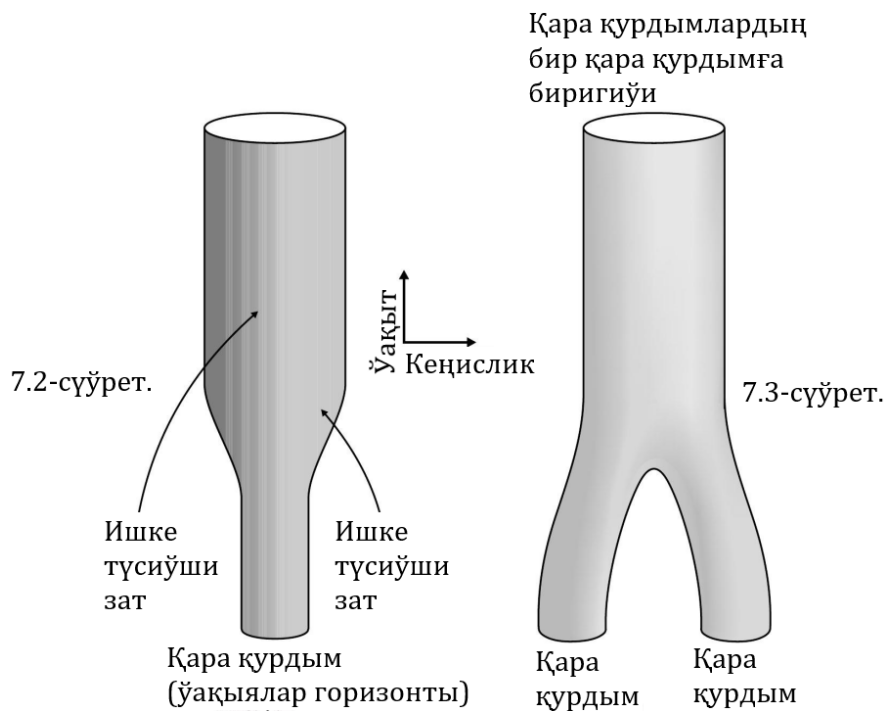
1970-жылға шекем мен өзимнің изертлеўлеримде тийкарынан үлкен партланыўда сингулярлық ноқат болды ма ямаса болған жоқ па деген мәселелерге кеўил бөлдим. Сол жылы ноябрь айында мениң Люси деген қызым туўылғаннан кейин көп ўақыт өтпей кеште уйқыға жатқанымда қара қурдымлар ҳаққында ойландым. Әззилигим себепли мен көп ўақытлардан кейин уйқыға кетемен ҳәм сонлықтан ойлаў ушын менде көп ўақыт болды. Сол ўақытлары кеңислик-ўақыттың қайсы ноқатларының қара қурдымлардың ишинде, ал қайсы ноқатларының сыртында жайласатуғынлығы анықланбаған еди. Бирақ сол ўақытларға шекем Роджер Пенроуз бенен қара қурдымның анақламасын үлкен қашықлыққа кетиў мүмкин болмаған ўақыялардың көплиги сыпатында талқылаған едик. Бул анықлама ҳәзир бәрше тәрепинен қабыл етилген анықламаға айланды ҳәм қара денеге былай

анықлама бериледи: қара құрдымның, ұақыялар гөризнтының шегарасын сингулярлыққа қарай бурылмайтуғын, соның менен бирге қара құрдымның шеклеринен шығып кете алмайтуғын кеңислик-ұақыттағы жақтылық нурының жолы пайда етеди (7.1- сұўрет). Бул қашып баратырған адамның тезирек жуўырыўға шамасы келмей полициядан тек бир адым алдыда жуўырғанына сәйкес келеди.



7.1-сұўрет.

Бир ўақытлары мен ўақыялар гөризонтында жақтылық нурларының ҳеш қашан жақынлай алмайтуғынлығын түсиндим. Егер усындай болмағанда жақтылық нурлары ақыр-аяғында бир бири менен кесилискен болар еди. Егер полициядан қашып баратырған адам қарама-қарсы бағытта қашып баратырған екінши бир адам менен соқлығысып қалғанда олардың екеўи де қолға түскен болар еди (ямаса бизиң жағдайымызда қара құрдымға қулап түседи). Усы нурларды қара құрдым жутқан жағдайда олар қара құрдымның шегарасында жата алмаған болар еди. Демек ўақыялар гөризонтында жақтылық нурлары барлық ўақытта да бир бирине параллель, яғный олар бир биринен алыста болыўы керек. Басқа сөз бенен айтқанда ўақыялар гөризонты (қара құрдымның шегарасы) саяның (қутылыўға болмайтуғын өлимниң саясының) шетине уқсас. Қандай да бир қашықласқан объекттиң (мысалы Қуяштың) саясына қарасақ, онда саяның шетинде жақтылық нурларының бир бирине жақынласпайтуғынлығын көресиз.



Егер ұақыялар горизонтын пайда етиуші жақтылық нурлары (яғный қара құрдымның шегарасын пайда етиуші жақтылық нурлары) бір бирине ҳеш қашан жақынласа алмайтуғын болса, онда ұақыялар горизонтының майданының өзгермей қалыуы ямаса ұақыттың өтиуі менен үлкейи керек. Ал ұақыялар горизонтының майданының кемейиуі қара құрдымның тусында гейпара нурлардың бір бирине жақынласыуына сәйкес келген болар еди. Ҳақыйқатында сол майдан қара құрдымның бетине затлар ямаса нурланыудың қулап түсиуінің нәтийжесинде барлық ұақытта да үлкейеди (7.2-сұйрет). Егер еки қара құрдым қосылып биреуі пайда болса ұақыялар горизонтының майданы дәслепки қара құрдымлардағы ұақыялар горизонтларының майданларының қосындысынан үлкен ямаса тең болады (7.3-сұйрет). Ұақыялар горизонтының майданының кемеймеуі қара құрдымлардың қәсийетлерине белгили бир әхмийетли шеклерди қояды. Усы нәрселердің ойыма келгенлиги салдарынан мен сондай қызғып кеттим, хәтте сол түни уйқлай алмадым. Келеси күни мен Роджер Пенроузға телефоннан хабарластым. Ол мениң ойларымды мақуллады. Мениң ойымша майданлардың қәсийетлери Пенроузға сол ұақытлары белгили еди. Бирақ ол қара құрдымның басқа анықламасын басшылыққа алды. Ол еки анықламаның да қара құрдымның шегарасы ушын бирдей шегараны беретуғынлығын (ямаса бирдей майданды), яғный қара құрдым ұақытқа байланыслы өзгермейтуғын халда турғанда бирдей майданлардың алынаутуғынлығын түсинбеди.

Қара құрдымның майданының кемеймейтуғынлығы бир физикалық шаманың - системадағы тәртипсизликлердің өлшеми болған энтропияның шамасының қәсийетин еске түсиреди. Биз өзимиздің күнделикли тәжирийбемизден хәмме нәрсени өзінше жиберсек тәртипсизликтің барлық ұақытта да күшейетуғынлығын билемиз (буның дурыслығын үйиңиздеги ұақты-ұақты жүргизилетуғын ремонт жумысларын тоқтатсаңыз анық көресиз). Тәртипсизликти тәртипке салыу мүмкин (мысалы үйиңизди бояу арқалы), бирақ бул қосымша энергияның жумсалыуын талап етеди хәм сәйкес "тәртипке түскен" энергияның кемейиуіне алып келеди. Усындай етип пикир жүргизиудің дәл формулировкасы термодинамиканың екінши басламасы деп аталады. Бул нызам бойынша изоляцияланған системаның энтропиясы барлық ұақытта да өседи хәм еки системаны бир системаға қоссақ, онда толық системаның энтропиясы дәслепки системалардың энтропияларының қосындысынан үлкен болады. Мысал ретинде қуты ишиндеги молекулалар

системасын қараймыз. Молекулаларды киши бильярд шарлары деп қарай аламыз. Олар бір бири хәм қутының дийўаллары менен соқлығысады. Температура қаншама жоқары болса молекулалар соншама тезирек қозғалады, соның салдарынан қутының дийўаллары менен жийирек хәм күшлирек соқлығысады. Нәтийжеде қутының дийўалларына иштен түсетуғын басым артады. Мейли дәслепп молекулалар өткел арқалы екиге бөлінген қутының шеп тәрәпинде жайласқан болсын. Егер өткелди суўырып алсақ молекулалар ийелеп турған орынларынан қутының еки бөлиминде де тарқала баслайды. Бир қанша ўақыттан кейин молекулалардың тосыннан шеп тәрәпте жыйналып қалыўы да мүмкин. Бирақ қутының еки бөлиминде де молекулалардың шама менен теңдей болыўының итималлылығы жоқары. Усындай халда орын алатуғын тәртипти дәслеппи халдағы орын алған тәртиптен төмен деп айтамыз. Молекулалар қутының тек бир бөлиминде жайласқанда тәртип жоқары еди. Сонлықтан бундай жағдайларда энтропияның өсиўине ийе боламыз. Тап сол сыяқлы басқа да бир жағдайды көз алдымызға келтирейик: дәслепп бирейинде кислород молекулалары, екіншисинде водород молекулалары бар еки қуты болсын. Егер еки қутыны бир бирине қысып, ортадағы дийўалларды алып тасласақ, кислород пенен водород молекулалары араласа баслайды. Бир қанша ўақыттан кейин еки қутыда да бирдей сандағы водород пенен бирдей сандағы кислородтың болыўының итималлылығы ең жоқары мәниске ийе болады. Бул төмен тәртипли хал болып табылады хәм халға дәслеппи халлардағыға (бир қутыда кислород хәм екінши қутыда водород молекулалары турғандағыға) қарағанда үлкен энтропия сәйкес келеди. Термодинамиканың екінши нызамы илимнің басқа нызамлары арасында айрықша орынды ийелейди. Мысалы Ньютонның тартылыс нызамы барлық ўақытта да орынланады, ал термодинамиканың екінши басламасы барлық ўақытта да емес, ал көпшилик ўақытлары орынланады. Бир қутыдағы молекулалардың базы бир ўақыт өткеннен кейин қутының бир бөлиминде жыйналып қалыўының итималлылығы бир бөлінген миллион миллионларға тең болса да бул ўақыяның жүзеге келиўи мүмкин. Егер жақын жерде қара құрдым болса екінши нызмның бузылыўы буннан бетер ацсатырақ: үлкен энтропияға ийе затты (мысалы ишинде газы бар қутыны) қара құрдымға таслап жиберий жеткиликли. Бундай жағдайда заттың толық энтропиясы қара құрдымның сыртында кемейеди. Қара құрдымның ишиндеги затлардың энтропиясының қандай екенлигин билмейтуғын болғанлықтан толық энтропия (соның ишинде қара құрдымның ишиниң энтропиясы да) кемеймейди деп қарсылық қылыўымыз мүмкин. Демек, егер қара құрдым сыртқы бақлаўшылар энтропиясын анықлай алғандай (соның менен бирге энтропияға ийе қара құрдымға басқа бир затлар келип түскенде оның энтропиясының артқанлығын аңлататуғын) қандай да бир характеристикаға ийе болғанда жақсы болар еди. Қара құрдымға затлар қулап түскенде ўақыялар горизонтының майданының үлкейетуғынлығы ашылғаннан кейин Принстонлы аспирант Джекоб Бикенстин қара құрдымның энтропиясының өлшеми ретинде ўақыялар горизонтының майданын алыўды усинды. Энтропияға ийе затлар қара құрдымға келип түскенде қара құрдымның ўақыялар горизонтының майданы үлкейеди хәм сонлықтан қара құрдымнан сырттан турған заттың энтропиясы менен ўақыялар горизонтының майданының қосындысы хеш ўақытта да кемеймейди. Мәселени бундай етип талқылағанда термодинамиканың екінши басламасының бузылыўы орын алмайтуғындай болып көринеди. Ал ҳақыйқатында бир жағдай менен келисий қыйын. Егер қара құрдым энтропияға ийе болса, онда оның температурасының да болыўы керек. Температурасы болған денениң қандай да бир интенсивлилик пенен нурланыўы керек. Бизлер отқа қыздырылған әтешкирдің қызарып жақтылық шығаратуғынлығын билемиз. Бирақ затлар төменги температураларда да нурланады, бирақ оны әззилигиниң салдарынан сезбеймиз. Бундай нурланыў термодинамиканың екінши нызамының бузылмаўы ушын зәрүр. Демек қара құрдымлардың нурланыўы керек. Бирақ қара құрдым түсинигиниң өзи-ақ

бундай объектлердің нурды шығармайтуғынлығын билдиреди. Сонлықтан қара құрдымның ұақыялар горизонтының майданын энтропия сыпатында қарауға болмайтуғындай болып көринди. 1972-жылы бизлер Брендон Картер хәм бизиң америкалы кәсиплесимиз Джим Бардин менен биргеликте мақала жаздық. Бул мақалада энтропия менен ұақыялар горизонты майданы арасында үлкен уқсаслықтың болыуына қарамастан жоқарыда гәп етилген қыйыншылық орын алады хәм бундай қыйыншылықты жоғалтыу мүмкин емес деп көрсетилди. Бул мақаланың жазылуының Бикенстин өзиниң мақаласында мениң ұақыялар горизонтын ашқанлығымды (мениң ойымша) бийпәрұалық пенен пайдаланғанлығына байланысly екенлигин мойынлауым керек. Бирақ ақыр-аяғында қалай дурыс болып шыққанлығын өзи билмесе де Бикенстин пикирлери принципінде дурыс болып шықты.

1973-жылы Москвада болғанымда қара құрдымлар хаққында еки алдыңғы Совет физиклери Я.Б. Зельдович хәм А.А. Старобинскийлер менен сөйлестим. Олар квант-механикалық анықсызлық принципине сәйкес айланыушы қара құрдымлардың бөлекшелерди пайда ететуғынлығын хәм нурландыратуғынлығын исендириуге тырысты. Мен мәселениң физикалық тәрәпине қайылшылығымды билдирдим. Бирақ нурланыуды математикалық жақтан олардың есаплауы маған унамады. Сонлықтан мен жақсырақ болған математикалық усылды ислеп шығыу менен шуғылландым хәм бул хаққында 1973-жылы ноябрь айының ақырында Оксфордта болған рәсимий емес семинарда айтып бердим. Ол ұақытлары мен нурланыудың интенсивлигин есаплағаным жоқ еди. Мениң тек Зельдович хәм Старобинскийлер айланыушы қара құрдымларға байланысly айтқан нурланыуды алғым келген еди. Бирақ есаплауларды орынлап болғаннан кейин таң қаларлықтай нәрсени тапқанлығыма хайран қалдым: көринип турғанындай қозғалмайтуғын қара құрдымлар да турақлы интенсивликте бөлекшелерди пайда етиуи хәм нурландырыуы керек екен. Дәслеп пайдаланылған жақынласыулардың бири қәте болған деген шешимге келдим. Егер бул хаққында Бикенстин биле қойған жағдайда маған жақпаған энтропия хаққындағы пикирлерин тийкарлау ушын пайдаланады деп қорықтым. Бирақ қаншама тереңирек ойланған сайын мениң есаплауларымның дурыс екенлигине көбирек исендим. Мени нурланыудың орын алатуғынлығы толық исендирди. Қара құрдым шығаратуғын бөлекшелердің спектри қызған денениң спектриндей, соның менен ол термодинамиканың екинши нызамы бузылмайтуғындай интенсивликте нурланатуғын болып шықты. Сол ұақытлардан бери мениң есаплауларымды хәр қандай усыллар менен қайталап көрди хәм қара құрдымлардың қыздырылған денелердей болып бөлекшелер менен нурланыу шығаратуғынлығын тастыйықлады. Қала берсе температура қара денениң массасынан ғәрезли болып шықты - массасы қаншама үлкен болса, температурасы соншама төмен болады.

Егер ұақыялар горизонтынан хеш нәрсе де шыға алмайтуғын болса қара құрдымлар қалай бөлекшелер шығара алады? Квантлық механика бул сорауға былай жууап береді: бөлекшелер қара құрдымның өзинен шықпайды, ал ұақыялар горизонты алдындағы "бос" кеңисликтен шығады! Буны өз гезегинде былай түсиниу керек: бизлер бос деп есаплайтуғын кеңисликтің пүткиллей бос болыуы мүмкин емес. Бос кеңисликтің болыуы ушын ондағы гравитациялық хәм электромагнит майданларының дәл нолге тең болыуы керек. Бирақ майданның шамасы хәм оның ұақыт бойынша өзгериу тезлиги бөлекшениң тезлиги менен кеңисликтеги турған орнына сәйкес: анықсызлық принципи бойынша усы шамалардың биреуи қаншама дәл белгили болса, екиншисиниң дәллиги соншама төмен болады. Демек "бос" кеңисликте майдан турақлы ноллик мәниске ийе бола алмайды, себеби бундай жағдайда майдан дәл мәниске (нол) хәм дәл өзгериу тезлигине (ол да нол) ийе болған болар еди. Майданның шамасында базы бир минималлық анықсызлық болған квантлық флуктуациялардың болыуы керек. Бундай флуктуацияларды былайынша

көз алдымызға келтиремиз: қандай да бір ұақыт моментінде жақтылықтың ямаса гравитацияның қос бөлекшеси бирге пайда болады, бир биринен базы бир аралыққа шекем қашықласады, кейин және де жақынласып бир бири менен аннигиляцияланады. Бундай бөлекшелер Қуяштың гравитациялық күшлерин алып жүриўши бөлекшелер сыяқлы виртуаллық бөлекшелер болып табылады. Виртуаллық бөлекшелердинң ҳақыйқый бөлекшелерден айырмасы соннан ибарат, ҳақыйқый бөлекшелерди регистрациялаўшы детекторлар виртуаллық бөлекшелерди регистрациялай алмайды. Бирақ виртуаллық бөлекшелердинң тәсиринде жүзеге келетуғын жанапай эффектлерди (мысалы атомлардағы электронлық орбиталардың энергияларының үлкен емес өзгерислери) өлшеў мүмкин. Бул өлшеўлердинң нәтийжелери теориялық болжаўлардың нәтийжелери менен таң қаларлықтай дәл сәйкес келеди. Анықсызлық принципи материяның электронлар, кварклар сыяқлы бөлекшелери ушын да сәйкес виртуаллық қос бөлекшелердинң бар екенлигин болжайды. Бирақ бундай жағдайда қос бөлекшелердинң бир ағзасы бөлекше, ал екиншиси ағзасы антибөлекше болады (жақтылық пенен гравитацияның антибөлекшелери бөлекшелердинң өзлери болып табылады).

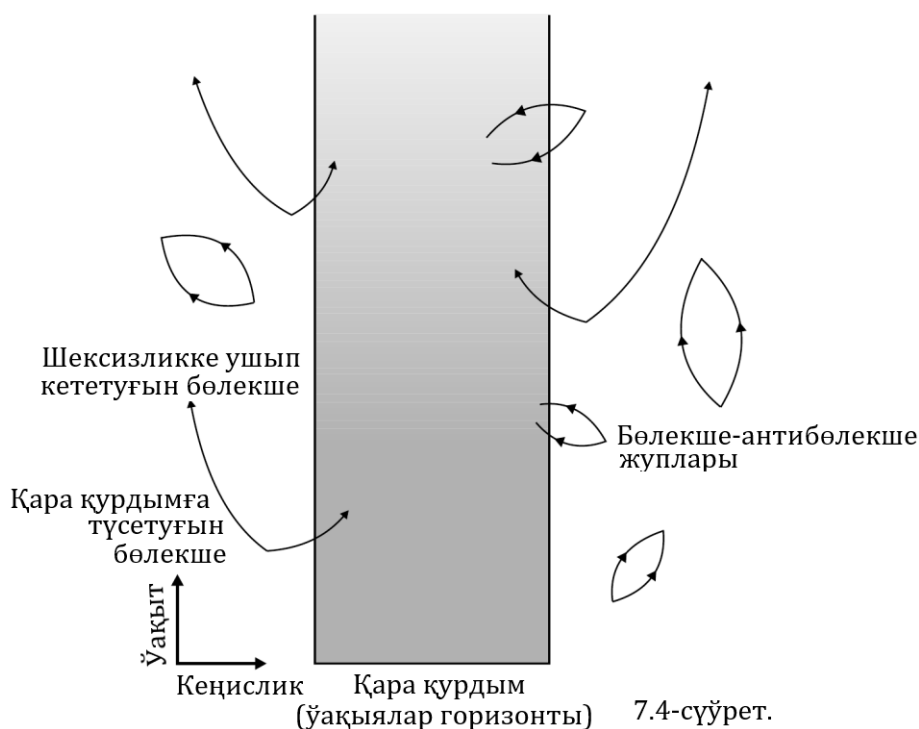
Энергияның ҳеш нәрседен пайда болмайтуғынлығына байланыслы бөлекше-антибөлекше жубының биреўи оң энергияға, екиншиси терис энергияға ийе болады. Энергиясы терис болған бөлекше тек қысқа жасаўшы бөлекше болып табылады. Себеби нормал жағдайларда ҳақыйқый бөлекшелердинң энергиялары барлық ұақытта да оң мәниске ийе. Сонлықтан ол бөлекше өзиниң жолдасын таўып, оның менен бирге аннигиляцияланыўы керек. Бирақ массасы үлкен денениң қасында турған ҳақыйқый бөлекше алыста турған ұақыттағыдан киши энергияға ийе болады. Себеби тартылысты жеңип массасы үлкен денеден қашықласыў ушын энергия керек. Әдетте бөлекшениң энергиясы оң мәниске, қара қурдымның ишиндеги гравитациялық майдан үлкен болғанлықтан хәтте ҳақыйқый бөлекше де терис мәнисли энергияға ийе бола алады. Сонлықтан егер қара қурдым болса терис мәниске ийе энергиясы бар виртуаллық бөлекше усы қара қурдымға қулап түсип ҳақыйқый бөлекшеге ямаса антибөлекшеге айланыўы мүмкин. Бул жағдайда бул бөлекшениң өзиниң партнеры менен аннигиляцияланыўы шәрт емес, ал қалып қойған партнердың сол қара қурдымға қулап түсиўи ямаса, егер оның энергиясы оң мәниске ийе болса, бөлекше ямаса антибөлекше түринде қара қурдымның тусындағы областтан шығып кетиўи мүмкин (7.4-сүўрет). Алыста турған бақлаўшыға бул бөлекше қара қурдымнан шыққан бөлекше сыяқлы болып көринеди. Қара қурдым қаншама киши болса терис мәниске ийе бөлекшениң ҳақыйқый бөлекшеге айланыўы ушын керек болатуғын өтетуғын аралығы киши болады. Демек қара қурдым киши болса оның нурланыў тезлиги де, температурасы да жоқары болады.

Шығарылыўшы нурланыўдың оң энергиясы қара қурдымға қарап бағытланған бөлекшелердинң терис энергиясы менен тең болыўы керек. Эйнштейнниң $E = mc^2$ теңлемесине муўапық (E - энергия, m - масса, c - жақтылықтың тезлиги) энергия массаға туўры пропорционал, сонлықтан қара қурдымға кириўши терис энергияның ағымы оның массасын кемейтеди. Қара қурдым массасын жоғалтқанда оның ұақыялар горизонтының майданы киширейеди, бирақ энтропияның бул кемейиўи нұрланыўға байланыслы болған энтропия менен толтырылады. Сонлықтан да термодинамиканың екинши нызамы ҳеш ұақытта да бузылмайды.

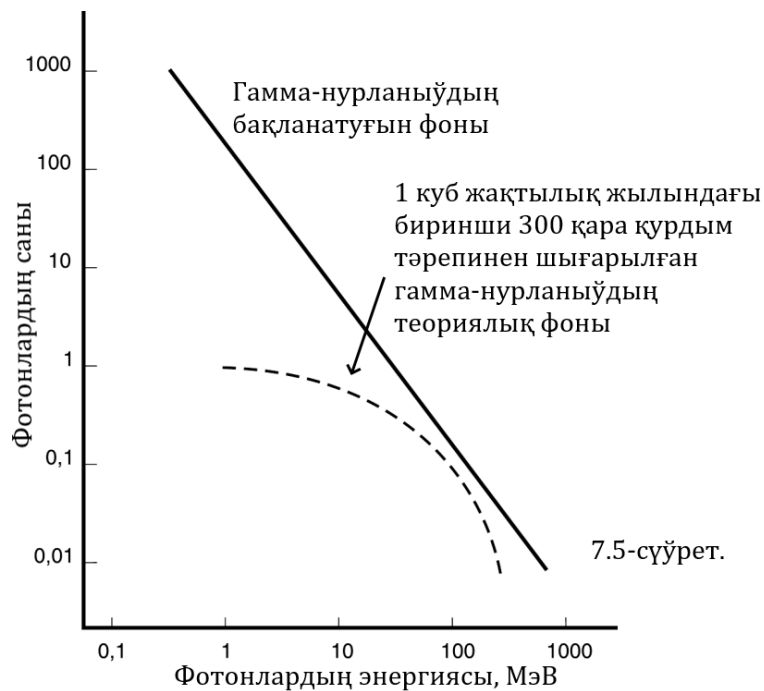
Бул айтылғанлардан басқа қара қурдымның массасы қаншама киши болса оның температурасы соншама жоқары болады. Сонлықтан қара қурдым массасын жоғалтқанда оның температурасы хәм нурланыў тезлиги өседи, массаның жоғалыўы тезирек жүреди. Бирақ хәзирге шекем қара қурдымның массасы ақыр-аяғында жүдә киши болғанда нениң бақланыўының кереклиги толық түсиникли емес. Бирақ бундай жағдайларда қара қурдым миллионлаған водород бомбасының партланыўына эквивалент болған нурланыўдың ең кейинги гигант от алыўында (партланыўында)

толығы менен жоқ болады.

Массасы бир неше Қуяш массасына тең болған қара құрдымның температурасы абсолют нолден он миллионнан бир градусқа жоқары болады. Бул Әлемди толтырып турған микротолқынлық нурланыў температурасынан әдеўир төмен (абсолют нолден шама менен 2.7 градусқа жоқары). Демек қара құрдымлардың жутыўына қарағанда нурланыўы кем болады. Егер Әлем мәңги кеңейе беретугын болса микротолқынлық нурланыўдың температурасы усындай қара құрдымның температурасынан төменге түседі хәм қара құрдым массасын жоғалта баслайды. Бирақ бундай жағдайларда да оның температурасы дым төмен болады хәм миллион миллион миллион миллион миллион миллион миллион миллион миллион миллион (бирдиң кейнине алпыс нол салыў керек) жылдан кейин толық нурланып кетеді. Бул Әлемнің жасына салыстырғанда жүдә үлкен шама (Әлемнің жасы он ямаса жигирма мың миллион жыл ямаса кейнинде он ноли бар бир яки еки). Бирақ 6-бапта айтылғанындай Әлемнің пайда болыўының ең дәслепки басқышларында бир текли болмаған аймақлардың коллапсының нәтийжесинде қәлиплескен дәслепки қара құрдымлардың бар болыўы мүмкин. Бундай қара құрдымлар жоқары температураға ийе болыўы хәм соған сәйкес үлкен интенсивликте нурларды шығарыўы мүмкин. Массасы он миллион тонна болған усындай қара құрдымның жасаў уақты Әлемнің жасына тең болыўы керек. Басланғыш массасы киши болған дәслепки қара құрдымлар усы уақытларға шекем нурланып кетиўи, ал массасы көбирек болған қара құрдымлар рентген хәм гамма нурларын шығарыўы لازم. Нурланыўдың усындай түрлери жақтылық толқынларына уқсас, бирақ әдеўир киши толқын узынлығына ийе болады. Бундай құрдымларға қара құрдым аты сәйкес те келмейди: ҳақыйқатында олар аппак болып қызған хәм шама менен он мың мегаваттай қуўатлылықта энергия нурландырады. Егер энергиясын пайдаланыў мүмкиншилигине ийе болғанымызда усындай бир қара құрдым онлаған ири электр станцияларының жумысын тәмийинлеген болар еди. Ал бул мәселени шешиў қыйын: бизиң қара құрдымымыз бирди миллион миллионға бөлгенге тең сантиметрге, яғный атом ядросының өлшемлериндей өлшемлерге ийе болады. Усындай қара құрдымлардың бири Жердиң бетинде болған жағдайда биз оның пол арқалы Жердиң орайына қулап түсиўин тоқтата алмаған болар едик. Ол қара құрдым Жердиң көшери бойлап алға хәм кейин қарап тербелип, ақыр- аяғында Жердиң орайында тоқтаған болар еди. Демек қара құрдым ушын энергиясын пайдаланыў мүмкин болған орын Жер дөгерегиндеги орбита болып табылады. Ал қара құрдымды усындай орбитаға шығарыўдың бирден бир жолы оның алдына қойылған оғада үлкен массаға қарай тартыў болып табылады (ешектиң мурнының алдына гешир тутып турыўға сәйкес). Бундай усыныс ҳақыйқатлыққа сәйкес келмейди (ең болмағанда жақын келешекте).



Егер қара құрдымның нурланыуын пайдалана алмайтуғын болсақ, онда оларды көріудің мүмкіншилигі үлкен бе? деген сорау туғылады. Қара құрдым өмиринің көпшилик бөлімінде нурландыратуғын гамма нурланыуды ізлеуге болар еди. Қара құрдымлар тийкарынан жүдә алыста жайласқан хәм сонлықтан оның нурланыуы хәлсиз болса да барлық қара құрдымлардың қосынды нурланыуын регистрациялауға болар еди. Бизлер хәқыйқатында да усындай гамма нурланыу фонын бақлаймыз: 7.5-сұрретте бақланатуғын гамма нурлардың интенсивлигинің хәр қыйлы жийиликлерде (жийилик деп бир секундтағы толқынлар санына айтамыз) қалай бир биринен айрылатуғынлығы келтирилген. Бирақ бул фонның дерегинің дәслепки қара құрдымлар емес, ал басқа бир процесслердің болыуы да мүмкин. 7.5-сұрретте бир жақтылық жылы кубында 300 дәслепки қара құрдым бар деп қабыл етилгендеги интенсивликтің гамма нурланыуының жийилигинен есапланған фәрезлиги көрсетилген. Усы график тийкарында дәслепки қара құрдымлардың бар екенлиги хәққында хеш қандай унамлы мағлыұмат алыу мүмкин емес. Бирақ бул график Әлемдеги жақтылық жылының хәр бир кубында қара құрдымлардың орташа 300 ден көп емес екенлигин аңлатады. Бул өз гезегінде дәслепки қара құрдымлардың Әлемнің барлық затларының миллионнан бир бөлегинен кем екенлигинен дерек береді.



Қара құрдымлар усыншама аз болатуғын болса, онда олардың бириниң бизге жақын жайласуы хәм оның гамма нурланыуының базы бир дереги сыпатында көриниуи хақыйқатлыққа сәйкес келмейтуғындай болып көринеди. Бирақ гравитацияның тәсиринде дәслепки қара құрдымлар қәлеген затқа тартылыуы хәм сонлықтан галактикалардың иши менен әтирапында олар көп болуы керек. Демек гамма нурланыудың есапланған фоны бир жақтылық жылының кубында орташа 30 дан аслам дәслепки қара құрдым болмайды деп айтса да, бизиң Галактикамыздағы усындай қара құрдымлардың қандай жийиликте ушырасатуғынлығы хаққында хеш қандай мағлыұмат бермейди. Егер олардың саны миллион есе көп болғанда бизге ең жақын дәслепки қара құрдым мың миллион километрде, яғный Қуяшқа ең узақ планета Плутонның қәддинде болған болар еди. Бундай қашықтықта турған қара құрдымды егер оның нурланыу қуұатлылығы он мың мегаватт болғанда да регистрациялау ацсатлыққа түспеген болар еди. Дәслепки қара құрдымды бақлау ушын ақылға муұапық келетуғын белгили бир ўақыт интервалында (мысалы бир хәпте ишинде) бир тәрептен келетуғын бир неше гамма-квантты регистрациялау керек. Басқа жағдайларда бул гамма квантлар фонның бөлеги болып табылыуы мүмкин. Бирақ Планк нызамы бойынша үлкен жийиликке ийе болғанлықтан хәр бир гамма квант үлкен энергияға ийе болады. Демек хәтте он мың мегаватт қуұатлылықты нурландыруу ушын жүдә үлкен болмаған сандағы квантлар керек болады. Ал Плутондай болып қашықласқан аралықлардан келип жететуғын бир неше квантларды регистрациялау ушын хәзирги ўақыттағы ислеп турған детекторлардан әдеўир үлкен болған детектор зәрүр болады. Усының менен бирге бул детекторды космосқа жайластыруу керек. Себеби гамма нурланыу атмосфера арқалы өтпейди.

Әлбетте Плутондай қашықтықта турған қара құрдым өзиниң жасау циклин тауысып партланатуғын болса, бундай жағдайды ацсат регистрациялау мүмкин болған болар еди. Егер қара құрдым соңғы он ямаса жигирма мың миллион жыл дауамында нурланып турған болса, оның бир неше миллион жылдан кейин емес, ал жақын бир неше жылдан кейин өлиўиниң ямаса жақын ўақытлары өлгенлигиниң итималлылығы хақыйқатында да жүдә аз. Демек экспериментти қаржы менен тәмийинлеу тоқтамастын бурын партланыуды көрип үлгериу ушын бир жақтылық жылы қашықтығындағы партланыуды қалай регистрация қылыуды ойлап көриу керек болады. Усындай болса да бәри бир сизге партланыуда пайда болған бир неше

гамма квантты регистрациялау үшін үлкен өлшемлерге ийе болған детектор керек болады. Бірақ бұл жағдайда гамма квантарының бір тәрептен келип жеткенлигин тексеріу зәрурилиги жоғалады: бір деректен шыққанлығының анық болыуы үшін олардың барлығы да қысқа уақыт интервалында регистрацияланған болыуы керек.

Жердің барлық атмосферасы дәслепки қара құрдымларды таныу үшін пайдаланыу мүмкін болған гамма нурларының детекторларының бири болып табылады (Қандай жағдайда да оннан үлкен детекторды соғыу мүмкін емес). Жоқары энергияға ийе гамма квант Жер атмосферасында соқлығысқанда электронлар менен позитронлардан (антиэлектронлардан) туратуғын жуплар пайда болады. Өз гезегінде бұл жуплар атомлар менен соқлығысып жаңа электрон-позитрон жупларын пайда етеди. Нәтийжеде электронлық нөсер деп аталатуғын қубылыс жүзеге келеди. Усы қубылысқа Черенков нурланыуы деп аталыушы жақтылық нурланыуының бир түри сәйкес келеди. Сонлықтан гамма нурланыуының пайда болыуын түнги аспандағы жылт етип жақтылықтың пайда болыуынан бақлауға болады. Әлбетте түнги аспанда жылт етип жақтылық шығарыуды болдыратуғын басқа да қубылыслар бар (шақмақ шағыу, айланыушы спутниклер менен ракеталардан жақтылықтың шағылысыуы хәм басқалар). Гамма нурланыуға байланысly болған жақтылықтың шығыуын бир биринен әлеуір алыста жайласқан пунктлерде турып өткерилген бақлаулардың нәтийжесінде анықлауға болады. Усындай излениу менен Аризонада Дублинли еки алым Нил Портер хәм Тревор Уикслер жүргизди. Олар телескоплардың жәрдемінде жылтылдап жақтылық шығарыулардың бир нешесин бақлады. Бірақ олардың хеш қайсысын да дәслепки қара құрдымлардың нурланыуы менен байланыстырыу мүмкіншилиги болмады.

Дәслепки қара құрдымларды излеу унамлы нәтийжелерди бермесе де биз Әлемнің рауажланыуының ең дәслепки стадиялары хаққында әхмийетли мағлыұматларды ала аламыз. Егер дәслепки Әлем хаотик ямаса бир қәлипли емес яки бұл жерде материяның басымы киши болған болса биз гамма нурланыудан келип шыққан шектен әдеуір көп болған қара құрдымлардың пайда болыуы керек. Бақлау мүмкін болғандай дәрежеде көп қара құрдымлардың пайда болмағанлығының себебин тек ғана дәслепки Әлемнің жоқары басымда жүдә тегис хәм бир текли болғанлығынан деп түсиндириу мүмкін.

Қара құрдымлардың нурланатуғынлығы хаққындағы жуұмақ әсиримиздеги ең уллы теориялары болған салыстырмалық теориясы менен квантлық механикаға тийкарланған биринши болжау болып табылады. "Өзи қара құрдым болса ол қалай бир нәрсе нурландыра алады" деген кең тарқалған пикир тийкарында бұл жуұмақ дәслеп үлкен тосқынлықлар менен қарсы алынды. Оксфорд қаласы жанындағы Резерфорд лабораториясында өзимнің жуұмақларым хаққында мен биринши рет баянат жасағанымда барлық қатнасыушылар исенимсизлик пенен қарады. Баянаттың ақырында секция баслығы Лондондағы Короллық колледжден келген Джон Тейлор мениң айтқанларымның барлығын түкке турмайтуғын нәрселер деп дағазалады. Ол хәтте мениң айтқанларымның дурыс емес екенлиги хаққында мақала да жазды. Бірақ ақыр-аяғында көпшилик (солардың ишинде Джон Тейлордың өзи де) егер улыұмалық салыстырмалық теориясы менен квантлық механиканың қалған барлық көз-қараслары дурыс болатуғын болса қара құрдымлар қыздырылған денелердей болып нурланыуы тийис деп жуұмаққа келди. Солай етип усы уақытларға шекем биз дәслепки қара құрдымды таба алмаған болсақ та, бірақ кейин тосаттан таба алған жағдайда сол қара құрдымның қууатлы гамма хәм рентген нурларын шығарып турғанлығын көремиз.

Қара құрдымлар нурланады деп шығарылған жуұмақтан гравитациялық коллапстың ең ақырғы қайтымсыз соцы емес екенлиги келип шығады (бурынлары соцы деп ойлайтуғын еди). Егер астронавт қара құрдымға қулап түссе оның (қара құрдымның) массасы өседі. Бірақ ақыр-аяғында усы қосылған массаға эквивалент

болған энергия Әлемге нурланыу түрінде қайтады. Демек қандай да бір мәністе астронавт қайтадан "генерацияға ушырайды" (қайтадан тууылады). Әлбетте бул мәңгі тири жасаудың ең жақсы жолы емес: астронавттың уақытқа болған көз-қарасы қара құрдымның ишінде майдаланып кеткенде сөзсиз жоғалады. Хәтте астронавттың массасын компенсациялау үшін нурланған бөлекшелер де усы астронавттың құрамына кирген бөлекшелер болмайды: астронавттың сақланып қалатуғын бирден бир қәсийети оның энергиясы ямаса массасы болып табылады.

Қара құрдымлардың нурланыуын есаплағанда қолланылған жақынласыулар олардың массалары граммға барабар болғанда жақсы орынланады. Бирақ бул жақынласыуларды қара құрдымның өмириниң ақырында (оның массасы жүдә киши болғанда) қолланыуға болмайды. Шамасы, ең итимал ақыбет қара құрдымның жоқ болып кетиуі, ең болмағанда Әлемдеги бизиң областымыздан жоғалыуы болып табылады. Жоқ болып кетиуі менен ол өзи менен астронавтты да, ишиндеги қәлеген сингулярлықты да алып кетеди. Бул улыұмалық салыстырмалық теориясы тәрепинен келтирилип шығарылатуғын сингулярлықларды квантлық механика тәрепинен жоғалтыудың мүмкиншилигин көрсетеди. Бирақ 1974-жылы мен хәм басқа да алымлар пайдаланған методлар квант гравитациясында сингулярлық пайда бола ма? дегендей сорауларға уқсас сорауларға жууап бере алған жоқ. Сонлықтан 1975-жылдан баслап мен тарийхлар (траекториялар) бойынша Фейнман суммалауына тийкарланған квантлық механикаға қаратылған әдеуір күшли жақынласыуды ислеп шығыу менен шуғылландым. Усындай жақынласыулардың жәрдемінде Әлемнің пайда болыуы хәм тағдири, усы Әлемде жайласқан, мысалы, астронавттың тәғдириниң не болатуғынлығы хәққындағы сорауларға берилген жууаплар келеси еки бапта баянланады. Анықсызлық принципиниң барлық болжауларымыздың дәллигине шек қоятуғынлығын билсек те, кеңислик-уақыттың сингулярлығында пайда болатуғын фундаменталлық түрдеги болжанбаушылықты сапластыратуғынлығын көремиз.

Сегизинши бап. Әлемнің тууылыуы хәм өлиуі

Эйнштейннің улыұмалық салыстырмалық теориясында өз-өзинен төмендегидей жуұмақ шығарылады: кеңислик-уақыт үлкен партланыудың сингулярлық ноқатында пайда болды хәм өзиниң өмириниң ақырын үлкен қаусырылыудың сингулярлық ноқатында (егер барлық Әлем коллапсланатуғын болса) хәм қара құрдым ишиндеги сингулярлықта табады (егер жулдыз сыяқлы қандай да бир локаллық область коллапсланатуғын болса). Қара құрдымға қулап түскен қәлеген дене сингулярлықта қыйрайды хәм сырттан бақлаушылар оның тек массасының гравитациялық тәсирин сезеди. Квантлық эффектлер есапқа алынған жағдайларда сол денениң массасы менен энергиясының ақыр-аяғында Әлемнің қалған бөлимине қайтып келетуғынлығы, ал қара құрдымның өзиниң ишки сингулярлығы менен парланыуы хәм толығы менен жоқ болыуы белгили болды. Солай етип квантлық механиканың үлкен партланыу ноқатындағы сингулярлық ямаса үлкен қаусырылыуға тәсири күшли бола ма? деген сорау пайда болады. Хәқыйқатында гравитациялық майдан оғада күшли болған Әлемнің ең дәслепки хәм ең кейинги стадияларында не болады? Усындай жағдайларда квантлық эффектлерди есапқа алыу керек пе? Хәқыйқатында Әлемнің басы менен ақыры бар ма? Егер бар болатуғын болса, онда сол басы менен ақыры қандай?

Жетписинши жыллардың барысында мен тийкарынан қара құрдымларды изертлеу менен шуғылландым. Бирақ 1981-жылы Ватиканда шөлкемлестирилген космология бойынша конференцияға қатнасқанымда менде Әлемнің тууылыуы менен өлиуіне қызығыу пайда болды. Католик ширкеу илимий мәселени өзиниң низамларына бағындырыуға умтылып Қуяшты Жердің дөгерегинде айланады деп

Галилей менен қатнасында үлкен қәтеликке жол қойды. Енди әсирлерден кейин Ширкеу қәнигелерди шақырып, олардан космология ҳаққында мәсләхәтлер алыу ҳаққында шешим қабыл етти. Конференцияның ақырында қатнасыушылар Папа менен ушырасыуға миясар болды. Ол үлкен партланыудан кейинги Әлемнің эволюциясын үйрениу мүмкин, бирақ үлкен партланыуда өзине араласыуға болмайды, себеби үлкен партланыу Дөрәу моменти ямаса Қудайлық акт болып табылады деди. Усы ушырасыудың алдында мен ислеген кеңислик- уақыттың әлбетте шегараға ийе болмайтуғынлығы, яғный оның басының да, ақырының да жоқ екенлиги, демек оның Дөрәу моментиниң де болмағанлығы ҳаққындағы баянатымның темасын Папаның билмегенлигине мен қуандым. Мениң Галилей менен тәғдирди бөлиским келмеди. Бирақ мениңше менде Галилей менен қандай да бир улыұмалық бар болып көринди. Таң қаларлығы соннан ибарат, мен Галилей қайтыс болғаннан кейин саррас 300 жылдан кейин тууылдым!

Мениң хәм басқалардың Әлемнің тууылығы хәм өлиўине болған көз-қарасларымызға квантлық механиканың мүмкин болған тәсирлери ҳаққында анық мағлыұмат бериу ушын үлкен партланыудың ыссы модели деп аталатуғын модельге тийкарланған бәрше тәрепинен қабыл етилген Әлемнің тарийхына кеуил бөлемиз. Бул модельде үлкен партланыудан бүгинги күнге шекемги Әлем Фридман моделлериниң бири менен тәрийипленеди деп есапланады. Бундай моделлерде кеңейиу барысында Әлемдеги затлар хәм нурлар салқынлайды (Әлемнің өлшемлери еки есе үлкейгенде оның температурасы да еки есе кемейеди). Температура энергияның (яғный тезликтің) өлшеми болғанлықтан Әлемнің салқынлауы оның ишиндеги затларға күшли тәсир етеди. Жоқары температурларда бөлекшелер үлкен тезликте қозғалады хәм сонлықтан ядролық хәм электромагнит күшлердиң тәсириндеги тартылыс күшлерине қарсы тура алады. Бирақ температураның төменлеуи менен айырым бөлекшелер бир бири менен тартысыудың салдарынан байланыса баслағанлығын күтиу мүмкин. Қала берсе Әлемдеги бөлекшелердиң типлери де температураға ғәрезли болады. Жеткиликли дәрежедеги жоқары температураларда бөлекшелердиң энергиялары жүдә жоқары болып қәлеген соқлығысыуда көп санлы бөлекше-антибөлекше жуплары пайда болады. Олардың биразлары антибөлекшелери менен соқлығысып аннигиляцияға ушырайды. Бирақ бәри бир олардың тууылығы аннигиляциядан тезирек жүзеге келеди. Бирақ төменирек температураларда соқлығысатуғын бөлекшелердиң энергиялары кемирек болып бөлекше- антибөлекше жупларының пайда болыу тезлиги кемейеди хәм аннигиляция тууылығыдан тезирек жүреді.

Үлкен партланыу моментинде Әлемнің өлшемлери нолге тең, ал оның өзи шексиз ыссы болған деп есаплайды. Бирақ кеңейиу менен нурланыу температурасы төменлейди. Үлкен партланыудан бир секунд өткеннен кейин оның температурасы он мың миллион градусқа шекем төменлеген. Бул Қуяштың орайындағы температурадан шама менен мың еседей жоқары, бирақ бундай температура водород бомбасы партланғанда пайда болады. Усы уақытлары Әлем фотонлардан, нейтринодан (нейтрино тек әззи хәм гравитациялық тәсирлесиуге қатнасатуғын жүдә жеңил бөлекше) хәм олардың антибөлекшелеринен, соның менен бирге базы бир сандағы протонлар менен нейтронлардан турған. Әлемнің кеңейиуиниң дауам етиуи хәм температураның төменлеуи менен соқлығысыулардың ақыбетиндеги электрон-антиэлектрон жупларының тууылығының тезлиги олардың аннигиляциясының себебинен кемейеиуиниң тезлигинен төменлеп кетеди. Сонлықтан дерлик барлық электронлар менен антиэлектронлар жаңа фотонлар пайда етип аннигиляцияға ушырауы керек. Усының салдарынан тек ғана азмаз артық электронлар сақланып қалған. Бирақ нейтрино менен антинейтрино бир бири менен аннигиляцияланбайды, себеби бул бөлекшелер бир бири хәм басқа бөлекшелер менен жүдә әззи тәсирлеседи. Сонлықтан олар хәзирги уақытларға шекем бизиң

әтирапымызда ушырасыуы керек. Егер бизлерде сол бөлекшелерди бақлау мүмкиншилиги болғанда дәслепки ыссы Әлем моделин тексерип көриўдин жақсы усылына ийе болған болар едик. Тилекке қарсы тиккелей бақлау ушын олардың энергиясы ҳәзирги ўақытлары жүдә киши. Егер нейтрино массаға ийе емес бөлекше болып шықса (усындай екенлиги 1981-жылы Москва физиклери тәрәпинен анықланды бирақ оның дурыслығы кейинги экспериментлерде дәлилленбеди) биз оларды тиккелей емес, ал жанапай усыллар менен тапқан болар едик: олар қараңғы материяның формаларының бири болып табылар еди (бул ҳаққында жоқарыда гәп етилди, егер нейтрино ҳақыйқатында тынышлық массасына ийе болғанда Әлемнің кеңейиўиниң тоқтап қысылыўдың басланыўы ушын гравитациялық тартылыс жеткилики болған болар еди).

Үлкен партланыўдан кейин шама менен жүз секунд өткеннен кейин температура мың миллион градусқа шекем төменлеген. Бундай температура ең ыссы жұлдызлардың ишиндеги температураға сәйкес келеди. Мың миллион градус температурада протонлар менен нейтронлардың энергиялары күшли ядролық тартылысқа қарсылық жасай алмайды ҳәм олар бир бирине жақынласып протон менен нейтроннан туратуғын дейтерий (аўыр водород) ядроларын пайда етеди. Буннан кейин дейтерий ядролары өзине протон менен нейтронды қосып алып гелий ядросына айланады. Соның менен бирге усындай жоллар менен салмақлырақ болған литий ҳәм бериллий элементлериниң ядролары пайда болады. Есаплаўлар үлкен партланыўдың қазған моделинде протонлар менен нейтронлардың төрттен бириниң гелий атомларына ҳәм азмаз бөлеги водород пенен басқа да Элементлерге айланыўының керек екенлигин көрсетеди. Қалған нейтронлар әдеттеги водородтың ядролары болған протонларға ыдыраған.

Жоқарыда тәрийипленген ыссы Әлем картинасы бойынша Әлемнің раўажланыўының дәслепки стадиясы алым Джордж (Г.А.) Гамов тәрәпинен усынылды. Бул жумысты Гамов 1948-жылы өзиниң аспиранты Ральф Альфер менен жазды. Қызықлы юмор сезимине ийе Гамов грек алфавитиндеги ҳәриплердин альфа-бета-гамма избе-излигиндей "Альфер, Бете, Гамов" избе-излигиниң алыныўы ушын физик-ядерщик Ганс Бетеге авторлардың қурамына фамилиясын киргизиўди усынды. Соның менен бирге бундай избе-излик Әлемнің басы ушын мақалаға жүдә сай келеди. Бул мақалада оғада әҳмийетли болжаў келтирилген: Әлемнің раўажланыўының ең дәслепки стадияларындағы нурлардың (фотонлар түриндеги) бизиң әтирапымызда ҳәзирге шекем жасап келиўи керек, бирақ сол дәўирлерден бери температура төмен түсти ҳәм ҳәзирги ўақытлары абсолют нолден тек ғана бир неше градусқа жоқары болыўы керек. Бул 1965-жылы Пензиас пенен Вильсонлар ашқан нурланыў болып табылады. Альфер, Бете ҳәм Гамовлар өзлериниң мақаласын жазғанда протонлар менен нейтронлар қатнасуғын ядролық реакциялар жақсы үйренилмеген еди. Сонлықтан олар тәрәпинен болжап айтылған дәслепки Әлемдеги ҳәр қыйлы Элементлердин муғдарлары арасындағы қатнастар дәл емес болып шықты. Бирақ кейинирек жаңа көз-қараслар тийкарында жүргизилген есаплаўлар ҳәзирги ўақытлардағы бақлаўларға жүдә дәл келетуғын нәтийжелерди берди. Сол ўақытқа шекем Әлемде не себепли гелийдин көп екенлигин түсиндириў қыйын болды. Сонлықтан бизде ең болмағанда үлкен партланыўдан бир секунд өткеннен кейинги жоқарыда тәрийипленген картинаның дурыс екенлигине гүман жоқ.

Үлкен партланыўдан бир неше саат өткеннен кейин гелий менен басқа Элементлердин пайда болыўы толық тоқтаған. Буннан кейин шама менен миллион жыл Әлем кеңейиўин даўам еткен ҳәм айрықша ҳеш нәрсе жүз бермеген. Ең кейинде температура бир неше мың градусқа шекем төменлегенде электронлар менен ядролардың энергиялары олар арасындағы электромагнитлик тартылысты жеңиўге жеткиликсиз болып, олар атомларды пайда етип бир бири менен бириккен. Әлем тутасы менен кеңейиўин ҳәм салқынлаўын даўам еткен. Бирақ тығызлық орташа

мәнистен үлкенирек болған областларда кеңейіу қосымша гравитациялық тартылыстың ақыбетінде әстеленген. Нәтийжеде гейпара областлар кеңейіуін тоқтатып қысыла баслаған. Материяның гравитациялық тартысыуының тәсиріндеги қысылыу процессінде сыртта жайласқан областлар әсте ақырын айланыуды баслайды. Өлшемлериниң киширейіуи менен муз үстінде айланыушы фигурист қолларын өзине тартқанда оның айланыуының тезленетуғынлығы сыяқлы коллапсланыушы областтың айланыу тезлиги де артады. Коллапсланыушы область жеткилики дәрежеде киширейгенде оның айланысының тезлиги гравитациялық тартылысты теңлестириуіге жетеди: усындай жоллар менен диск тәризли галактикалар пайда болады. Айланыуды басламаған областлар эллиптикалық галактикалар деп аталатуғын сопақ объектлерге айланады. Бундай областлардың коллапсы да тоқтайды, себеби бундай галактика тутасы менен айланбағаны менен оның айырым бөлимлери бир бирине салыстырғанда айланады.

Галактикалар ишиндеги водород пенен гелийден туратуғын газ ўақыттың өтиуи менен өзиниң меншикли гравитациясының тәсирінде қысылатуғын киши өлшемлердеги газ бултларына айрылады. Бул бултлар қысылғанда оның ишиндеги атомлар бир бири менен соқлығысып газдиң температурасы жоқарылайды. Усындай күшли қызыудың салдарынан температура ядролық синтез реакцияларының басланыуына шекем көтериледи. Бундай реакциялардың нәтийжесінде водородтан қосымша гелий пайда болады, бөлинип шыққан жыллылықтан басым көтериледи хәм газ бултының қысылыуы тоқтайды. Нәтийжеде булт усындай қалда бизиң Қуяш сыяқлы жулдыздай болып бөлинип шыққан энергияны жыллылық хәм жақтылық түрінде шығарып узақ ўақыт қалады. Массасы үлкен жулдызларға өзиниң күшли гравитациялық тартылысын теңгеріу ушын күшлирек қызыуы керек болады. Сонлықтан олардағы ядролық синтез реакциялары үлкен тезлик пенен жүреди хәм өзиниң водородын бар болғаны жүз миллион жылда жағып болады. Буннан кейин де олар қысылыуын даўам етеди. Усының салдарынан қызыу даўам еткенликтен гелийдиң углерод хәм кислород сыяқлы салмақлырақ Элементлерге айланыуы басланады. Бирақ бундай процесслерде көп энергия бөлинип шықпайды. Себеби қара қурдылар ҳаққындағы бапта айтылғандай, бул жағдайда үлкен кризис жүз берген болар еди. Буннан кейин қандай қубылыстың жүз беретуғынлығы онша айқын емес. Бирақ орайлық областлардың нейтрон жулдыз ямаса қара қурдым сыяқлы тығыз объектке коллапсланыуы ҳақыйқатлыққа муўапық келеди. Жулдыздың сыртқы областлары ўақыттың өтиуи менен аса жаңа жулдыздың партланыуы деп аталатуғын оғада күшли партланыудың салдарынан сыртқа алынып кетеди. Бундай жағдайда партланыушы жулдыздың жақтысы сол галактикадағы барлық жулдыздың жақтысын басып кетеди. Жулдыздың өлими алдында қәлиплескен аўыр Элементлердиң бир бөлеги галактиканы толтырып турған газге өтеди хәм буннан кейинги жулдызлар әўладларының туўылыуы ушын шийки зат хызметин атқарады. Бизиң Қуяшымыздың еки процентин жоқарыда еслетилип өтилген аўыр Элементлер қурайды. Себеби Қуяш буннан шама менен бес миллиард жыл бурын айланыушы газ бултынан пайда болған екинши ямаса үшінши әўлад жулдыз болып табылады. Бул газ бултында ески аса жаңа жулдызлардың бөлеклери (осколькалары) болған. Бул бултты қураушы газ тийкарынан Қуяшты пайда етиу ушын жумсалған ямаса партланыудың ақыбетінде тарқатылып жиберилген. Бирақ аўыр Элементлердиң көп емес муғдары жыйланып Қуяштың дөгерегинде айланыушы Жер сыяқлы планеталарды пайда еткен.

Жер дәслепп ыссы болған хәм атмосфераға ийе болмаған. Ыақыттың өтиуи менен ол салқынлаған хәм таў жынысларынан газдиң бөлинип шығыуының нәтийжесінде Жер атмосферасы қәлиплескен. Дәслеппки атмосфера бизиң жасауымыз ушын жарамсыз болған. Бул атмосферада кислород болмаған, ал күкиртли водород сыяқлы бизиң ушын зәхәрли газлерден турған (бузылған мәйектиң ийисине тән ийис

беретуғын газ). Усындай шараятларда жасай алатуғын тиришиликтің жүдә әпиұайы формалары да бар. Бундай тиришилик атомлардың макромолекулалар деп аталыұшы молекулаларға тосыннан биригиұиниң нәтийжесинде океанларда раўажланды деп болжайды. Бундай макромолекулалар басқа атомлардың усундай молекулаларға биригиұин тәмийинлеұ қәсийетине ийе болған. Солай етип тиришиликтің әпиұайы формалары өз өзинен қәлиплескен хәм көбейген. Айырым ұақытлары тиришиликтің әпиұайы формаларының қәлиплесиұинде бузылыұлар да жүз берген. Мәселен қәлиплескен макромолекуланың жаңа түри өзиндей макромолекуланы пайда ете алмаған хәм ақыр-аяғында тарқап кеткен. Бирақ бузылыұлардың ақыбетинде хәтте өзін қайтадан қәлиплестириұ қәбилетлилиги жоқары болған жаңа молекулалар пайда болған. Нәтийжеде олар артықмашлықларға ийе болып, өзине шекем пайда болған молекулалардың орнын басыұға умтылған. Усылай етип эволюция процесси басланған. Бул эволюция кем-кемнен өзін өзи қәлиплестиретуғын қурамалырақ организмлердің пайда болыұына алып келди. Ең дәслепки әпиұайы тири организмлер хәр қыйлы затларды, соның ишинде күкиртили водородты өзине сиңдирген хәм кислород бөлип шығарған. Усының нәтийжесинде Жер атмосферасының әсте-ақырынлық пенен избе-из өзгериұи орын алған хәм тиришиликтің жоқарырақ формалары болған балықлардың, репитилиялардың, сүт емизйиушилердің, ақыр-аяғында адамзаттың пайда болыұы ушын зәрүр болған хәзиргидей шараятлар пайда болған.

Әлем дәслеп жүдә ыссы еди, кейин кеңейиұиниң барысында салқынлаған деп қараұшы модель хәзирги күнлери барлық бақлаұлардың нәтийжелери менен сәйкес келеди. Бирақ усыған қарамастан бир қатар сораұлар жуұапсыз қалмақта.

1. Неликтен дәслепки Әлем жүдә қызған халда болған?

2. Әлем не себепли үлкен масштабларда бир текли? Неликтен Әлем кеңисликтиң барлық ноқатларында хәм барлық бағытларда бирдей болып көринеди? Дара жағдайларды қарағанда, мысалы не себепли микротолқынлық нурланыұдың космослық фонының температурасы барлық бағытларда да бирдей мәниске ийе? Имтихан ұақтында бир қанша студентлерге бирдей сораұ берилгенде хәм олардың берген жуұаплары да бирдей болып шықса сиз оларды бир бири менен сөйлесип, кеңесип алған деп жуұмақ шығарасыз. Бирақ жоқарыда тәрийипленген моделде жақтылық ушын үлкен партланыұ моментинен баслап қашықласқан бир областтан қашықласқан екинши областқа барып жектендей ұақыт болған жоқ (дәслепки Әлемде сол орынлар бир бирине жақын орналасқан болған болса да). Салыстырмалық теориясына муұапық егер жақтылық бир областтан екинши областқа жетип келе алмайтуғын болса, онда усундай областлар арасында хеш қандай информациялар алмасыұдың болыұы мүмкин емес. Сонлықтан дәслепки Әлемде қандай да бир түсиниксиз себеплерге байланысly бирдей температура орын алмаған жағдайда хәзирги Әлемнің хәр қыйлы областлары бир бири менен температураларын теңлестире алмаған болар еди.

3. Әлем не себепли қайтадан қысылыұ менен мәңги кеңейиұ моделлерин айырып туратуғын критикалық тезликке жүдә жақын тезлик пенен кеңейе баслаған? Хәтте он мың миллион жыл өткен соң (яғный хәзирги ұақытлары да) Әлем шама менен критикалық тезликке тең тезлик пенен кеңейиұин даұам етип атыр. Егер үлкен партланыұдан кейин бир секундтан соң кеңейиұ тезлиги жүз мың миллион миллионға ($1/100.000.000.000.000.000$) киши болғанда қайтадан қысылыұдың басланыұының орын алыұы хәм Әлем хеш ұақытта да хәзиргидей өлшемлерине жетпеген болар еди

4. Үлкен масштабларда бир теклигине қарамастан Әлемде жулдызлар хәм галактикалар сыяқлы бир тексизликлер орын алады. Усундай жағдайдың бар екенлиги дәслепки Әлемде бир областтан екинши областқа өткенде қандай да бир өзгешеликлердің бар болғанлығына байланысly түсиндириледи. Тығызлықтың

усындай флуктуацияларының себебинің не?

Улыұмалық салыстырмалық теориясы жоқарыда атап өтилген қәсийетлерди өзінше түсіндире алмайды. Бул теория тек ғана Әлем үлкен партланыұдың сингулярлық ноқатында пайда болды хәм ең дәслепп шексиз үлкен тығызлық орны алды деп айта алады. Ал сингулярлық ноқатта улыұмалық салыстырмалық теориясы да, физиканың басқа нызамлары да орынланбайды: олардың жәрдемінде сингулярлықтан нениң шығатуғынлығын болжаў мүмкин емес. Бизің жоқарыда гәп еткенимиздей, теориядан үлкен партланыұды да, усы үлкен партланыұға шекем болып өткен барлық ўақыяларды алып таслаўымыз керек. Себеби олар биз бақлап жүрген нәрселердің ҳеш қайсысына да тәсир ете алмайды. Демек кеңислик-ўақыт шегараға ийе болыўы керек. Бул шегара үлкен партланыұ ноқатында жайласқан болады.

Көринип турғанындай, илим анықсызлық принципи тәрәпинен қойылатуғын қәтеликлер шеклерінде егер қандай да бир ўақыт моментінде ҳалы белгили болатуғын болса Әлемнің ўақыт бойынша қалай өзгеретуғынлығын болжаўға мүмкиншилик беретуғын барлық нызамларды ашты. Мүмкин бул нызамлар Қудай тәрәпинен берилген шығар. Бирақ Қудай жоқарыда айтылып өтилген нызамлар тийкарында раўажланыұды бергеннен бери Әлемге араласқанды қойған. Бирақ ол Әлемнің қандай дәслеппи ҳалын хәм дәслеппи конфигурациясын сайлап алған? "Ўақыттың басы" моментінде қандай "шегаралық шәртлер" орын алған?

Мүмкин болған жуўыплардың бири мыналардан ибарат: Әлемнің дәслеппи конфигурациясын сайлап алғанда бизлердің түсиниўимиз мүмкин емес көз-қараслардан пайдаланған. Бул, әлбетте, Қудайдың өзиниң жеке иси. Бирақ неликтен усындай түсиниксиз басламаны сайлап алыў менен бирге Әлемге бизге түсиникли болған нызамлар бойынша раўажланыұды берген? Барлық илим тарийхы ўақыялардың ықтыярлы түрде жүзеге келмейтуғынлығын, ал қәлеген қубылыстың ямаса ўақыяның жүзеге келиўінде белгили бир анық жасырын тәртиптиң орын алатуғынлығын кем-кемнен мойынлаўдан ибарат. Бул тәртиптиң Қудайлық күшлер тәрәпинен орнатылған болыўы да, орнатылған болмаўы да мүмкин. Усы тәртипти тек ғана илимнің нызамларына тийисли деп есаппамай, Әлемнің дәслеппи ҳалын анықлайтуғын кеңислик-ўақыттың шегарасындағы шәртлерге де тийисли деп есаппаў тәбийий нәрсе. Илим нызамларына бағынатуғын басқа дәслеппи шәртлерге ийе Әлемнің көп санлы хәр қыйлы моделлериниң болыўы мүмкин. Бизің Әлемимизди тәрийиплеўге мүмкиншилик беретуғын бир дәслеппи шәртти сайлап алыў хәм соған сәйкес пайда болатуғын модель ушын қандай да бир принциптиң орын алыўы тийис.

Усындай мүмкиншиликлердің бирин хаотик шегаралық шәртлер деп атайды. Бунда Әлемди кеңисликте шексиз ямаса шексиз көп сандағы Әлемлер бар деп үндеместен қабыл етиледі. Хаотик шегаралық шәртлерге сәйкес үлкен партланыұдан кейин қәлеген айырып алынған областтың берилген ҳалда турыўының итималлылығы қәлеген басқа ҳалда турыўының итималлылығына тең: Әлемнің басланғыш ҳалы пүткиллей ықтыярлы түрде сайлап алынады. Бул дәслеппи Әлем жүдә хаотик хәм бир қәлипли емес болған дегенди аңлатады. Себеби Әлемнің хаотик хәм тәртипсиз ҳаллары тәртипке түскен ҳалларынан әдеўир көп (Егер барлық ҳаллар теңдей итималлықларға ийе болатуғын болса Әлем хаотик хәм бир текли емес ҳаллардың биреўінде пайда болған. Себеби тәртипсиз ҳаллардың саны барлық ўақытларда да басқа тәртипке түскен ҳаллардың санынан әдеўир артық). Усындай хаотик басланғыш шәртлер орын алғанда Әлемнің үлкен масштабларында қалайынша ҳәзирги ўақытлардағыдай тегис хәм бир текли қурылыслардың пайда болғанлығын айтыў қыйын. Соның менен бирге усындай моделде тығызлықлар флуктуацияларының гамма нурланыўының фонын бақлаўдан келип шыққан жоқарғы шектен әдеўир көбирек дәслеппи қара қурдымларды пайда ететуғынлығын

күтиўге болады.

Егер кеңисликте Әлем ҳақыйқатында да шексиз болса ямаса шексиз көп сандағы әлемлер бар болатуғын болса, онда қандай да бир орынларда тегис хәм бир текли областларда пайда болған үлкен областлардың болыўы мүмкин. Жазыў машинкаларын басып атырған бир пада маймыл қатнаساتуғын көпшиликке жақсы белгили мысалды келтиремиз: олардың жумысларының үлкен бөлеги корзинаға тасланады, бирақ принципінде олар тосыннан Шкспирдің сонетлериниң бирин басыўы мүмкин. Тап сондай болып Әлемниң биз жасап атырған областы тегис хәм бир текли болып шығыўы мүмкин емес пе? Бирден қарағанда бундай жағдайдың жүзеге келиўиниң итималлылығы аз болып көринеди. Себеби бундай областлар хаотик хәм бир текли емес областлардан әдеўир кем болыўы керек. Бирақ былайынша болжаў мүмкин: галактикалар менен жулдызлар тек ғана тегис областларда пайда болған, тек ғана усындай областларда "Не себептен Әлем усындай тегис" деп сораў беретутың қурамалы өзін қайта тиклеўши организмлердің пайда болыўына жарамлы шараятлар дүзиледи. Бул антроплық принцип деп аталатуғын принциптиң қолланылыўына мысал бола алады. Бул принципти былайынша айтамыз: "Бизлер Әлемди қандай етип көретутың болсақ, тап сондай етип көремиз, себеби бизлер бул Әлемде жасап атырмыз".

Антроплық принцип күшли хәм әззи антроплық принцип болып еки вариантқа бөлинеди. Әззи антроплық принцип кеңисликте хәм ўақыт бойынша үлкен ямаса шексиз Әлемде саналы жанызаттың раўажланыўы ушын шараятлар тек кеңислик пенен ўақыттың шекленген базы бир областларында пайда болады. Соның ушын усындай областларда жасап атырған саналы жанызат өзлери жасап атырған областлардың олардың жасаўы ушын қолайлы екенлигине таңланбаўы керек. Тап усындай етип бай районда жасап бай адам өзиниң этирапында ҳеш қандай гедей-кембағалшылықты көрмейди.

Әззи антроплық принципти қолланыўдың бир мысалы үлкен партланыўдың буннан шама менен он мың миллион жыл бурын болғанлығы болып табылады: биз усаған саналы жанызаттың раўажланыўы ушын тап сондаў ўақыт зәрүр. Биз жоқарыда айтқанымыздай дәслепп жулдызлардың ең дәслепки әўладлары пайда болады. Бул жулдызлар дәслепки водород пенен гелийдиң бир бөлегин бизди қурайтуғын углерод пенен кислородқа айландырады. Кейин бул жулдызлар аса жаңа жулдызлар сыяқлы партланады, ал олардың сынықларынан (осколькаларынан) басқа жулдызлар хәм планеталар (соның ишинде бес мың миллион жылдан бери жасап киятырған Қуяш системасына кириўши планеталар да) пайда болады. Жер пайда болғаннан кейинги ең дәслепки бир ямаса еки мың миллион жылда қандай да бир қурамалы организмлердің раўажланыўы ушын дым ыссы болған. Буннан кейинги шама менен үш мың миллион жылда әсте-ақырынлық жүретутың биологиялық раўажланыў процесси жүреди. Усының нәтийжесинде әпиўайы организмлер үлкен партланыў моментинен бери өткен ўақытты өлшей алатутың саналы жанызат дәрежесине шекем раўажланған.

Әззи антроплық принциптиң дурыслығына хәм қолланыўға болатутыңлығына қарсылық жасайтуғынлар жүдә кем. Базы биреўлер бул принциптиң күшли вариантын усынып, буннан да алға кетти. Бул варианттың мазмуны былайынша айтылады: көп сандағы ҳәр қыйлы әлемлер бар ямаса бир әлемниң көп сандағы ҳәр қыйлы областлары бар, олардың ҳәр бири өзиниң меншикли дәслепки конфигурациясына хәм (мүмкин) өзиниң меншикли илимий нызамларына ийе. Усы әлемлердің көпшилигинде қурамалы организмлердің раўажланыўы ушын шараятлар жарамлы емес, тек ғана бизиң Әлемимизге уқсас әлемлерде ғана саналы жанызат раўажлана алады хәм усы саналы жанызатта "Не себептен бизиң Әлемимиз биз көрип турғандай түрге ийе" деген сораў пайда болады. Бундай жағдайда берилетутың жуўап жүдә әпиўайы: "Егер Әлем басқаша болғанда бул жерде бизлер

болмаған болар едик".

Биз билетуғын илимнің ызымдары электр заряды, протонның массасының электронның массасына қатнасы сыяқлы көп сандағы фундаменталлық шамаларға ийе. Ҳәзирше бизлер теориялық болжаулар арқалы олардың шамаларын анықтай алмаймыз, олардың шамалары тек экспериментте анықланады. Мүмкін толық бірден бір теорияны ашатуғын күн де келетуғын шығар. Бундай жағдайда усы бірден бір теорияның жәрдемінде сол фундаменталлық шамалардың барлығы да есапланады. Усының менен усы шамалардың айырымдары ямаса барлығы бір әлемнен екінші әлемге өткенде ямаса бір әлемнің бір обласынан екінші обласына өткенде өзгеретуғын болып та шығыуы мүмкін. Таң қаларлығы соннан ибарат, фундаменталлық шамалардың мәніслери тиришиликтің рауажланыуы үшін сәйкес етип сайлап алынған. Мысалы, егер электронның электр заряды сәл басқашалау болғанда жұлдызлар водород яки гелийди жаға алмаған ямаса партланбаған болар еди. Әлбетте, хәтте фантаст жазыушылар да ойлап көрмеген саналы жанызаттың басқа да формаларының болыуы мүмкін. Бундай тиришиликти болдыруу үшін бизің Қуяш сыяқлы жұлдызлардың жақтысы, жұлдызлардың ишінде синтезленетуғын хәм жұлдыз партланғанда космос кеңислигине тарқалып кететуғын ауыр Элементлер зәрүр емес. Бирақ усыған қарамастан биз гәп етип атырған шамалар мәніслеринің өзгеріуінің үлкен емес обласларына ийе. Мәніслер тек усы обласлардың ишінде болғанда ғана қандай да бір саналы жанызаттың рауажланыуы мүмкін. Ал бул шамалардың басқа мәніслерине қәлиплескен әлемлер қаншама гөззал болса да, бирақ бул әлемлерде усы гөззаллықты көрип рәхәтленгендей хеш ким болмайды. Усы айтылғанлардың барлығын Әлемди Қудай тәрәпинен дәрәтилген деп айтыуға ямаса күшли антроплық принциптің дурыслығының дәлили сыпатында қабыл етиу мүмкін.

Күшли антроплық принципті Әлемнің бақланатуғын халын түсиндириуге қолланыуға қарсы бір қанша мысалдарды келтириу мүмкін. Бириншиден, сол әлемлердің барлығы да бар деп қандай мәністе айтыу керек? Егер олар хәқыйқатында да бір биринен изоляцияланған болса басқа Әлемде болып өткен уақытлар бизің Әлемимизде бақланатуғын нәтижелерге ийе болмауы керек. Сонлықтан биз экономлау принципинен пайдаланыуымыз хәм оларды теориядан алып таслауымыз керек. Егер сол әлемлер бір Әлемнің хәр қыйлы обласлары болып табылатуғын болса, онда барлық обласларда да илимий ызымдардың бирдей болыуы керек (егер бул орынланбағанда бір областан екінші обласқа үзликсиз өтиу мүмкін болмаған болар еди). Бундай жағдайда хәр қыйлы обласлар бір биринен тек ғана басланғыш конфигурациялары бойынша айралған хәм күшли антроплық принцип эззи формулировкаға келтирилген болар еди.

Күшли антроплық принципке екінші қарсылық мынадан ибарат: ол барлық илим тарийхының жүрисине қарама-қарсы бағытланған. Илимнің рауажланыуы Птолемейдің хәм оның алдыңғы алымдардың геоорайлық космологиясынан Коперник пенен Галилейдің гелиоорайлық космологиясы арқалы дүньяның хәзирги сүүретине қарай жүрди. Дүньяның хәзирги сүүрети бойынша Жер әдеттегидей спираль галактиканың ишіндегі әдеттегидей жұлдыздың дөгерегинде айланыушы орташа өлшемге ийе планета болып табылады. Ал сол спираль галактиканың өзи Әлемнің бақланатуғын бөлиміндегі миллион миллион галактикалардың бири болып табылады. Бирақ, қалай деген менен күшли антроплық принципке сәйкес сол гигант қурылыс тек биз үшін жасап атыр. Буған исениу дым қыйын. Бизің Қуяш системамыз бизің дүньяда бар болыуымыз үшін сөзсиз зәрүр болған ауыр элементлердің синтезинің жүзеге келиуі үшін зәрүрли болған дәслепки әулад жұлдызларды есапқа алыу мақсетінде усындай таллауды бизің Галактикамыз үшін да тарқатыуымыз мүмкін. Бирақ, шамасы, барлық галактикалардың да хәм барлық Әлемнің де үлкен масштабларда хәм қәлеген бағытларда бир текли хәм бирдей

болыуының зәрүрлиги жоқ.

Егер бизлер Әлемнің хәр қыйлы басланғыш конфигурацияларынан тек ғана биз бақлап турған Әлемдей әлемлердің раўажланатуғынлығын көрсете алсақ антроплық принциптен, әсиресе оның эззи формулировкасынан тынышсызланыудың кереги болмас еди. Егер бул дурыс болса қәлеген басланғыш шәртлерден пайда болған Әлем саналы тиришиликтің раўажланыуы ушын тегис хәм бир текли областларға ийе болған болар еди. Егер бизлердің этирапымыздағыларды көриуимиз ушын Әлемнің басланғыш халын қатаң түрде сайлап алыу керек. Болмағанда тиришилик пайда болатуғын хеш болмаса бир область та пайда болмаған болар еди. Үлкен партланыудың ыссы моделинде жыллылықтың бир областтан екінши областқа берилиуи ушын ўақыт дым аз. Бирақ биз жоқарыда микротолқынлық фонның температурасының қәлеген бағытта да бирдей екенлигин айтып өткен едик. Бундай жағдайдың орын алыуы ушын Әлемнің басланғыш халында температура барлық орынларда дәл бирдей болыуы шәрт. Соның менен бирге кеңейиудің дәслепки тезлигин қатаң түрде сайлап алыу керек болған. Себеби қайтадан қысылыуды болдырмау ушын кеңейиу тезлиги өзинің критикалық мәнисине жүдә жақын болыуы керек. Сонлықтан егер үлкен партланыудың ыссы моделин ўақытты есаплаудың ең дәслепки моментине шекем қолланыуға болатуғын болса Әлемнің дәслепки халын сайлап алыу жүдә қатаң түрде жүргизилиуи керек. Әлемнің басының усындай болғанлығын тек бизлерге уқсас тиришиликтің ийелеринің пайда болыуын қәлеген Қудайдың иси деп түсіндирмесек басқаша түсиник беріу оғада қыйын.

Көп сандағы басланғыш конфигурациялардан бизиң Әлемимизге усаған әлемлердің пайда болыуының моделин дүзиуге қаратылған тырысулар Массачусет технологиялық институтында ислеуши алым Алан Гутты дәслепки Әлем оғада тез кеңейиу периодын өтти деген болжау жасауға алып келди. Бундай кеңейиуді үрлеу деп атайды (Қандай да бир ўақытлары Әлемнің кеңейиуи үлкейиуши тезлик пенен жүрген. Хәзир кеңейиу тезлиги кемеймекте. Үрлеу ҳаққында айтылғанда усы жағдай нәзерде тутылған). Гуттың есаплауы бойынша секундтың киши бир бөлиминде Әлемнің радиусы миллион миллион миллион миллион миллион (отыз ноли бар бир) есе үлкейген.

Гуттың болжауы бойынша Әлем үлкен партланыудың нәтийжесинде жүдә ыссы, бирақ күшли хаотик халдан пайда болған. Үлкен температуралар Әлемдеги бөлекшелердің тез қозғалатуғынлығын хәм үлкен энергияға ийе болатуғынлығын билдиреди. Жоқарыда айтылғанындай, бундай жоқары температураларда күшли және эззи ядролық күшлер хәм электромагнитлик күшлер бир күшке биригиуи керек. Әлемнің кеңейиуи менен температура төменлеген хәм бөлекшелердің энергиялары кемейген. Ақыр-аяғында фазалық өтиу деп аталатуғын өтиудің жүриуи хәм күшлердің симметриясының бузылыуы керек: күшли тәсирлесиу эззи хәм электромагнит тәсирлесиуден айрыла баслайды. Фазалық өтиудің белгили мысалы - салқынлатқанда суўдың музға айланыуы болып табылады. Суўдың суйық халда симметриялы, яғный бундай халда суў барлық ноқатларда хәм барлық бағытларда бирдей қәсийетлерге ийе. Пайда болған муз кристаллары анық аўхалға ийе болады хәм базы бир бағытта дизиледи. Усының салдарынан суўдың симметриясы бузылады.

Егер суўды оғада абайлап (жүдә киши тезлик пенен) салқынлататуғын болсақ онда оны "асырып салқынлатыу" мүмкиншилиги пайда болады. Бундай жағдайда қатыу температурасынан (Цельсия шкаласы бойынша 0 градус) төмен температураларда да муз пайда болмайды. Гут Әлем де сондай аўхал арқалы өткен деп болжады: оның температурасы күшлердің симметриясы бузылмастан критикалық мәнистен төмен түскен. Бундай жағдайда Әлем симметриясы бузылған халға сәйкес келиуши энэриядан үлкен энергияға ийе болған турақлы емес халға түсип қалған болар еди. Бул айрықша қосымша энергия Әлемнің статикалық моделин дүзиу мақсетинде Эйнштейн улыўмалық салыстырмалық теориясына киргизген

космологиялық турақты сыяқты антигравитациялық тәсир пайда етеді. Сонлықтан космологиялық турақты тәрепинен қосылатуғын ийтерисиудің салдарынан Әлем кем-кемнен өсетуғын тезлик пенен кеңейеді. Хәтте бөлекшелер саны орташа мәнистен үлкен болған областларда да материяның гравитациялық тартысыуы эффективли космологиялық турақтының үлесинен қосылатуғын ийтерилис күшлеринен кем болады. Демек усындай областлар да үрленетуғын Әлем модели ушын характерли болған тезлениу менен кеңейеді. Кеңейиу барысында материяның бөлекшелери бир биринен кем-кемнен үлкен аралықларға қашықласады хәм ақыр-аяғында кеңейиуши Әлем "асырып салқынлатыу" халында дерлик бөлекшелерсиз қалады. Кеңейиудің нәтийжесинде Әлемнің бир тексизликлери резина шарды үрлегендеги оның жыйрықларының тегисленетуғынлығы сыяқты тегислениуи керек болады. Демек хәзирги Әлемнің тегис хәм бир текли халы көп сандағы басланғыш бир текли емес халлардан рауажлана алады екен деп жуумақ шығарамыз.

Гравитациялық тартылыстың тәсіринен қысылуының салдарынан кеңейіу тезлиги кемейіуіне қарағанда космологиялық турақлының есабынан кеңейіу тезлиги үлкен болған Әлемде жақтылықтың дәслепки Әлемнің бир областынан екінши областына өтиіуі ушын ўақыт жеткиликли болған болар еди. Бул жоқарыда қойылған "дәслепки Әлемнің хәр қыйлы областлары бирдей қәсийетке ийе?" деген мәселенің шешими болған болар еди. Соның менен бирге Әлемнің кеңейіу тезлиги ондағы энергияның тығызлығы бойынша анықланатуғын критикалық кеңейіу тезлигинің мәнисине автомат түрде жүдә жақынласар еди. Бундай жағдайда кеңейіу тезлигинің критикалық тезликке жақын екенлигинің себебин түсиндириўде Әлемнің кеңейіуінің дәслепки тезлигин қатаң түрде сайлап алыўдың зәрүрлиги жоғалады.

Әлемнің үрлениуінің жәрдеминде хәzirгi ұақытлары Әлемде не себептен затлардың көп екенлигин түсиндирийге болады. Бақлаў мүмкин болған Әлемнің бөлимінде шама менен миллион миллион миллион миллион миллион миллион миллион миллион миллион миллион миллион миллион миллион (сексен ноли бар бир) бөлекше бар. Олар қайдан алынған? Жуўап мынадай: квант теориясында бөлекше-антибөлекше жубы түриндеги энергиядан бөлекше алынады. Бирақ энергия қайдан алынады? деген сораў дәрхәл туўылады. Бул сораўға жуўап төмендегише бериледи: Әлмнің толық энергиясы дәл нолге тең. Әлемдеги затлар оң мәнисли энергиядан пайда болған. Бирақ барлық затлар өзине гравитацияның тәсиринде басқа затларды тартады. Бир бирине жақын жайласқан заттың еки бөлекшеси олар бир биринен әдейир қашықтықта жайласқандағыға қарағанда киши энергияға ийе болады. Себеби сол еки бөлекті бир биринен қашықластырғанда оларды бир бирине бириктирийге бағдарланған гравитациялық күшти жеңиў ушын сырттан энергияның сарп етилиўи шәрт. Демек гравитациялық майданның энергиясы қандай да бир мағанада терис мәниске ийе болады. Кеңисликте шама менен бир текли болған Әлем жағдайында терис мәнисли гравитациялық энергия затлар менен байлансықан оң мәнисли энергияны дәл компенсациялайды. Сонлықтан Әлемнің толық энергиясы нолге тең.

Нолге еки рет көбейткенде де нол болғанлықтан терис мәнисли гравитациялық энергиясы еки рет үлкейгенде Әлемдеги затлардың оң энергиясы да еки есе үлкейеди. Бундай жағдайда энергияның сақланыуы нызама бузылмайды. Егер Әлем эдеттегидей түрде кеңейетуғын болса оң хәм терис энергиялардың теңлиги орынланбас еди. Бундай жағдайда затлардың энергиясының тығызлығы Әлемнің өлшемлериниң артыуы менен кемейеди. Ал үрлениуде болса Әлем кеңейеди, ал асырып салқынлатылған халдың энергиясының тығызлығы турақлы болып қалады: Әлемнің өлшемлери еки есе артқанда затлардың оң мәнисли энергиясы да, терис белгиге ийе гравитациялық энергия да еки есе артады, усының нәтийжесинде толық энергия нолге тең болып қалады. Үрлениу фазасында Әлемнің өлшемлери күшли

үлкейеди. Демек энергияның улыұмалық муғдары да (усы энергияның есабынан бөлекшелер пайда болады) күшли үлкейеди. Усыған байланысly Гут былай деп жазған: "Барқулла өзинен өзи толып туратуғын қудиретли дастурхан болмайды деп айтысады. Ал Әлемнің өзи мәңги өзинен өзи толып туратуғын қудиретли дастурхан емес пе?".

Хәзир Әлем үрлеўсиз кеңейип атыр. Демек жүдә үлкен эффектив космологиялық турақлыны жоқ қылатуғын, ал кеңейиў тезлигиннің өсиўинің тоқтайтуғын, гравитацияның тәсиринде төменлеўин баслайтуғын қандай да бир механизмнің болыўы керек (кеңейиў тезлиги хәзирги ўақытлары да киширеймекте). Асырып салқынлатыў барысында бәри бир суўдың музға айланатуғынлығы сыяқлы үрлеў барысының ақырында күшлер симметриясының бузылыўын күтиў керек. Онда бузылмаған симметрияға ийе қалдың артық энергиясының бөлинип шығыўы шөрт. Усының нәтийжесинде Әлем күшлердің симметриясы еле де бузылмайтуғындай критикалық температурадан азмаз кем температураға шекем қызады. Буннан кейин Әлем үлкен партланыўдың ыссы моделиндегидей қайтадан кеңейе баслайды хәм салқынлайды. Бирақ биз енди Әлемнің кеңейиўинің тезлигинің критикалық тезликке тең екенлигин хәм Әлемнің хәр қыйлы областларының бирдей температураға ийе екенлигин түсиндире аламыз.

Жүдә салқынлатылған суўда муз кристалларының тез пайда болғанлығы сыяқлы Гут гипотезасында фазалық өтиў жүдә үлкен тезлик пенен жүреди. Гут идеясының мәниси: қайнап турған суўдың ишинде пуўдың көбиклеринің пайда болғанлығы сыяқлы ески фазаның ишинде жаңа бузылған симметриялы фазаның "көбикшелери" пайда болады. Сол көбикшелер үлкейеди хәм барлық Әлем бир фазаға келгенше бир бири менен қосылады деп болжанды. Бирақ бул жерде мен хәм және бир неше адам көрсеткен ақылға сыймайтуғын жағдай бар: Әлем сондай үлкен тезлик пенен кеңейеди, хәтте пайда болған көбикшелер жақтылықтың тезлигиндей тезлик пенен үлкейетуғын болса да, олар бир биринен қашыласыўын даўам етеди хәм хеш ўақытта да бир бири менен қосылмайды. Бундай жағдайда Әлем жүдә бир текли емес қалда қалған хәм базы бир областларда күшлер арасындағы симметрия сақланған болар еди. Бундай модель биз көрип турған Әлемге пүткиллей сәйкес келмейди.

1981-жылдың октябринде мен Москва қаласына квант гравитациясы бойынша конференцияға келдим. Конференциядан кейин мен үрленетуғын Әлем хәм соған байланысly болған проблемалар ҳаққында Штернберг астрономиялық институтында баянат иследим. Тыңлаўшылар арасында Лебедев атындағы физикалық институттың хызметкери, жас совет физиги Андрей Линде де болды. Ол егер көбиклердің өлшемлери жүдә үлкен хәм сонлықтан бизиң Әлемимиз тек бир көбиктиң ишинде жайласа алатуғын болса көбиклерди бириктириў бойынша қыйыншылықлардың сапластырылатуғынлығын айтты. Усы болжаўдың орынлаўы ушын көбиктиң ишинде симметрияның сақланыўы жүдә әстелик пенен оның бузылыўына өтиўи керек. Уллы биригиў теориясына сәйкес бул жағдайдың орын алыўы мүмкин. Линденің симметрияның әсте-ақырынлық пенен бузылыўы ҳаққындағы ойы дым жақсы еди. Бирақ кейин маған оның көбиклеринің хәзирги Әлемнен де үлкен болыўының кереклиги түсиникли болды. Мен симметрияның көбиктиң ишинде емес, ал барлық орынларда бузылатуғынлығы дәлилледим. Тек усындай жағдай ғана биз хәзирги ўақытта бақлап жүрген бир текли Әлемнің пайда болыўына алып келеди. Өзимнің идеяларыма өзимнің қызғыўшылығым артып кетти хәм бул мәселе бойынша аспирантларымның бири Ян Мосс пенен аңгимелестим. Линде менен досласқаннан кейин мен базы бир қысыныспаға да ушырадым. Себеби Линденің мақаласын басыўға болатуғынлығы ямаса болмайтуғынлығы ҳаққында пикир билдириў ушын бир илимий журналдың редакциясынан өтиниш хат алдым. Өзимнің жуўабымда мақалада бир қәтениң жиберилгенлигин (көбиклердің өлшемлери Әлемнің өлшемлеринен үлкен болыўы

керек), бірақ симметрияның әсте-ақырынлық пенен бузылыуы идеясының пүткиллей дурыс екенлигин жаздым. Мен мақаланы сол турысында өзгертпей басыуды усындым. Болмағанда мақаланы дурыслау Линдениң бир неше ай уақытын алған болар еди. Қала берсе Советлер Союзанын Батысқа жиберилетуғын қолжазбалар сол уақытлары айрықша квалификацияға хәм илимий мақалаларды қарап шығыу тезлигине ийе емес әдебиат цензурасынан өтиуи керек еди. Ал бизлер Ян Мосс пенен сол журналға үлкен емес мақала жибердик. Бул мақалада үлкен көбиклер жағдайында пайда болатуғын қыйыншылықтар хәм бул қыйыншылықтардан қалай шығыудың кереклиги ҳаққында жаздық. Москвадан қайтып келгеннен бир күннен кейин Филадельфияға кетиуим керек еди. Бул жерде маған Франклин Институтының медалын тапсыратуғын еди. Мениң секретарым Джуди Фелла өзиниң барлық шеберликлерин пайдаланып хәм билетлерди сатпаған жағдайда бул ҳаққында жәрия қыламыз деп қорқытып Уллыбританияның ҳауа жоллары агентствосын "Конкорд" қа еки билет сатыуға көндирген. Бірақ аэропортқа баратырғанымда оғада күшли жамғырдың астында қалдым хәм самолетқа кешиктим. Усыған қарамастан мен бәри бир Филадельфияға жетип келдим хәм медальды алдым. Буннан кейин усы жердеги Дрексел университетиндеги семинарда үрлениуши Әлем модели ҳаққында айтып бериуди менен өтиниш қылды. Москвадағыдай уақыттың көпилик бөлимин усы модельге байланысly келип шығатуғын мәселелерге бағышладым. Кейинде мен Линдениң симметрияның әсте ақырынлық пенен өзгеретуғынлығы ҳаққындағы идеясы хәм бул бойынша мениң дүзетиулерим ҳаққында айттым. Семинарда Пенсильвания университетиниң жас профессоры Пол Стейнхардт қатнасты. Семинардан кейин мен оның менен үрлениу моделин талқыладым. Февраль айында ол маған студент Андреас Албрех пенен биргеликте жазған мақаласын жиберди. Бул мақалада Линдениң симметрияның әсте ақырынлық пенен бузылыуы ҳаққындағы идеясына уқсас жерлер бар болып шықты. Кейинирек Стейнхардт маған мениң Линде ҳаққындағы сөйлеп бергенлигимди есинде сақламағанлығын хәм оның жумысын өзиниң жумысы питкен уақытта көргенлигин айтты. Батыста ҳәзир Стейнхардт хәм Алберхт үрлеудиң жаңа модели деп аталатуғын симметрияның әсте-ақырынлық пенен бузылыуына тийкарланған модельди ашыу атағын бөлиседи (Әлемниң үрлениуиниң ески модели деп Гут тәрәпинен усынылған көбиклердиң пайда болыуы менен жүретуғын симметрияның тез бузылыуын айтамыз).

Әлемниң не себептен ҳәзиргидей екенлигин түсиндириу ушын Әлемниң үрлениуиниң жаңа модели сәтли болып шықты. Бірақ мен хәм басқа да бир неше адамлар бул моделдиң (ең болмағанында бул моделдиң ең дәслепки түри) микротолқынлы нурлар фонының температурасының бақланғанға қарағанда әдеуир үлкен вариациясын беретуғынлығынын көрсеттик. Буннан кейинги жумыслар да дәслепки Әлемде жарамлы фазалық өтиудиң болатуғынлығына гүман пайда етти. Мениң өзим үрлеудиң жаңа модели илимий теория түринде өлди деп есаплайман (шамасы айырым адамлар оның өлгенлигин еситпеген болса керек хәм сонлықтан бул модель ҳаққында мақалалар жазып жүр). 1983- жылы Линде үрлениудиң хаотик модели деп аталатуғын сәтлирек моделди усынды. Бул моделде фазалық өтиу де, асырып салқынлатыу да жоқ. Ал олардың орнында квантлық флуктуациялардың ақыбетинен дәслепки Әлемниң базы бир областларында үлкен мәниске ийе болатуғын спинсиз майдан қатнасады. Бундай областларда майдан энергиясы космологиялық турақлының орнын ийелейди. Майданның тәсириниң нәтийжеси гравитациялық ийтерилис болады. Усы ийтерилистиң тәсиринде жоқарыда айтылған областлар үрлене баслайды. Үлкейген сайын үрлениу үлкен партланыудың ыссы моделиндегидей кеңейиуге өтетуғындай болып усы областлар ишиндеги майданның энергиясы әсте-ақырынлық пенен кемейеди. Усы областлардың биреуи ҳәзирги уақытлары бақланатуғын Әлемге айланыуы мүмкин. Линдениң модели үрлениу

моделинің барлық артықмашлықтарына ийе, бірақ гүман пайда ететұғын фазалық өтиўди талап етпейди хәм бақлаўлар нәтийжелерине сәйкес келетуғын микротолқынлық нурлардың температурасының флуктуацияларының ҳақыйқый шамасын бере алады.

Үрлениў моделлерин изертлеўлер Әлемнің ҳәзирги ҳалының көп санлы басланғыш конфигурациялардан келип шығатуғынлығын көрсетеди. Бул оғада әҳмийетли жуўмақ. Себеби бул жуўмақтан биз жасап атырған Әлемнің дәслепки ҳалының қатаң түрде сайлап алынбағанлығын көремиз. Бірақ барлық басланғыш ҳаллардан бизиң Әлемимиздей Әлем пайда бола бермейди. Әлемди ҳәзир пүткиллей басқа бир текли емес ҳалда турыпты деп есаплап жоқарыда айтылғанларды дәлиллеў мүмкин. Илим ыызамларын пайдаланып Әлемнің раўажланыўын ўақыт бойынша кери бағытта бақлап барып ең дәслепки ўақытлардағы оның конфигурацияларын анықлаў мүмкин. Классикалық улыўмалық салыстырмалық теориясының сингулярлық ҳаққындағы теоремалары бойынша үлкен партланыў ноқатында бәри бир сингулярлық орын алған болар еди. Егер усындай Әлем ўақыт бойынша алдыға қарай раўажланатуғын болса илим ыызамларына сәйкес биз өзимиз баслаған бир текли емес ҳалға келемиз. Солай етип ҳәзир көрип турған Әлемимиздей Әлемди алыў мүмкин болған анық басланғыш конфигурациялардың болыўы керек. Демек ҳәтте үрлеў модели де басланғыш конфигурацияның басқаша болыў себебин айта алмайды. Түсиник алыў ушын антроплық принципти пайдаланыў керек пе? Болып өткен ўақыялардың барлығы да бахытлы тосынарлықтың нәтийжеси емес пе? Бундай жуўап үмитсизликтің белгиси, Әлемнің тийкарында қандай тәртиптің жататуғынлығын түсиниўге қаратылған барлық үмитлеримизди бийкарлаў сыпатында көринеди.

Әлемнің басының қандай болатуғынлығын болжаў ушын ўақыттың есабы басланғанда дурыс болатуғын ыызамлар зәрүр. Егер классикалық улыўмалық салыстырмалық теориясы дурыс болса мен хәм Роджер Пенроуз тәрөпинен дәлилленген сингулярлықлар ҳаққындағы теоремадан ўақыттың есабы басланған ноқатта кеңислик-ўақыттың тығызлығы хәм иймеклиги шексиз үлкен мәнисти қабыл етеди. Усындай ноқатта тәбияттың барлық белгили болған ыызамлары ҳәрекет етпейди. Сингулярлықларда жаңа ыызамлар дурыс болады деп болжаў ақылға муўапық келген болар еди. Бірақ бундай ыызамларды ашыў (қандай бақлаўлар тийкарында усындай ыызамларды ашамыз?) оғада қыйын. Бірақ ҳақыйқатында сингулярлықлар ҳаққындағы теоремалардан гравитациялық майданның жүдә күшейетуғынлығын билемиз. Усындай жағдайдарда квантлық гравитациялық эффектлердің әҳмийети көтериледи: классикалық теория Әлемди дурыс тәрийиплеўди тоқтатады. Сонлықтан Әлемнің раўажланыўының ең дәслепки стадияларын үйрениўде гравитацияның квантлық теориясын қолланыў керек болады. Биз кейинирек квант теориясында илимнің әдеттегидей ыызамларының барлық орынларда, соның ишинде ўақытты есаплаўдың басында да орынланатуғынлығын көремиз: сингулярлықлар ушын жаңа ыызамларды постулатластырыўдың кереги жоқ, себеби квант теориясында ҳеш қандай сингулярлықтың болыўы мүмкин емес. Бизде ҳәзирше квантлық механика менен гравитацияны байланыстыратуғын толық хәм келисилген теория жоқ. Бірақ бундай бирден бир теорияның базы бир анық қәсийетлериниң болатуғынлығына бизлердің исенимимиз мол. Бириншиден бул теория бөлекшелердің траекториялары бойынша қосындыларға (хәм Әлемнің "тарийхлары" бойынша қосындыларға) тийкарланған квант теориясының Фейнман усылын өз ишине алыўы керек. Классикалық теориядағыдан өзгеше бундай усылда бөлекше жалғыз бир траекторияға ийе деп қаралмайды. Керисинше бөлекше кеңислик-ўақыттағы мүмкин болған барлық траекториялар бойынша қозғалады деп есапланады. Оның қәлеген траекториясына еки сан жуўап береді: бириншиси толқын узынлығын, ал екиншиси толқынның

дәуіріндегі аўхалды (фазасын) билдиреди. Мысалы, базы бир ноқат арқалы бөлекшениң өтиў итималлылығы усы ноқат арқалы өтиўши барлық траекторияларға сәйкес келетуғын толқынларды суммалаў арқалы алынады. Бирақ бундай суммалаўды әмелге асырыўға бағытланған тырысыўлар әдеўир қурамалы техникалық қыйыншылықларға ушырасады. Егер төмендегидей арнаўлы реңепттен пайдалансақ бундай қыйыншылықлар сапластырылады: биз тәрептен сезилетуғын ҳақыйқый ўақыт бойынша емес, ал жормал ўақыт бойынша жүретуғын тарийхларды (траекторияларды) қурайтуғын толқынлар қосылады. Мүмкин жормал ўақыт илимий-фантастикалық болып еситилетуғын шығар, бирақ шынында анық илимий түсиник болып табылады. Әдеттегидей (ҳақыйқый) санды өзине көбейтсек биз оң мәнисли сан аламыз (мысалы 2 ни 2 ге көбейтсек 4 алынады, соның менен бирге -2 ни -2 ге көбейтсек те нәтийже 4 ке тең болады). Бирақ айрықша санлар (бундай санларды жормал санлар деп атаймыз) бар болып, оларды өзи өзине көбейтсек терис сан алынады (бундай санлардың бири i , оны өзине көбейтсек -1 ге тең, ал өзине көбейтилген $2i$ -4 ке тең қ.т.б.). Фейнман суммаларын траекториялар бойынша есаплаў барысында пайда болатуғын техникалық характердеги қурамаласыўлардан қутылыў ушын жормал ўақытқа өтиў керек болады. Бул есаплаўларда ўақытты ҳақыйқый бирликлерде емес, ал жормал бирликлерде өлшеў керек. Бундай жағдайда кеңислик-ўақытта қызықлы өзгерислер табылады: ўақыт пенен кеңислик арасындағы айырма пүткиллей жоғалады. Ўақыт бойынша координата жормал мәниске ийе болатуғын кеңислик-ўақыт евклидлик деп аталады (еки өлшемли бетлердің геометриясының тийкарын салған әйемги Грециялы алым Евклидтиң ҳүрметине). Биз ҳазирги ўақытлары евклидлик кеңислик-ўақыт деп атап жүргенимиз Евклидтиң дәслепки геометриясына уқсас ҳәм оннан өлшеўлер саны менен айрылады (екеўдің орнына төртеў). Евклид кеңислик-ўақытта ўақыт көшери менен кеңисликтеги бағытларды бир биринен айырмайды. Ал ҳақыйқый кеңислик-ўақытта (бундай жағдайда ўақыяларға ўақыт координатасының ҳақыйқый мәниси сәйкес келеди) айырма бирден көринеди: барлық ўақыялар ушын ўақыт көшери жақтылық конусының ишинде, ал кеңисликлик көшерлер сыртында жатады. Қандай жағдай болмасын, биз әдеттегидей квантлық механикадан пайдаланатуғын болсақ, жормал ўақыт пенен евклидлик кеңислик-ўақытты ҳақыйқый кеңислик-ўақыт пенен байланысly болған шамаларды есаплаў ушын қолланылатуғын математикалық усыл сыпатында қараймыз.

Қәлеген питкен теория өз ишине алатуғын екинши шәрт - бул гравитациялық майданды Эйнштейнниң иймейген кеңислик-ўақыт сыпатында сәўлелендириўи болып табылады: бөлекшелер иймейген кеңислик-ўақыттағы туўрыларды алмастыратуғын траекториялар бойынша қозғалыўға тырысады, гравитациялық майдан тәсир еткенликтен бул траекториялар иймееди. Егер траекториялар бойынша Фейнман суммалаўын Эйнштейнниң гравитация ҳаққындағы көз-қарасы менен байланыстырсақ, онда бир бөлекшениң траекториясының аналогы Әлемниң барлық тарийхын өз ишине алатуғын барлық иймейген кеңислик-ўақыт болып шығады. Сумманы тарийхлар бойынша айқын жағдайлар ушын есаплағанда пайда болатуғын қыйыншылықлардан қутылыў ушын иймейген төрт өлшемли кеңисликти евклид кеңислиги деп есаплаў керек. Бул жормал ўақыт көшериниң кеңисликлик көшерлерден парқы жоқ екенлигин билдиреди. Ҳақыйқый кеңислик-ўақыттың базы бир қәсийетке ийе (мысалы барлық ноқатларда ҳәм барлық бағытларда бирдей қәсийетке ийе деп есапланғанда) болатуғынлығының итималлылығын есаплаў ушын усы қәсийетке ийе барлық тарийхлар бойынша толқынларды қосып шығыў керек болады.

Классикалық улыўма салыстырмалық теориясында көп сандағы иймейген кеңислик-ўақытлардың болыўы мүмкин. Олар Әлемниң ҳәр қыйлы басланғыш ҳалларына сәйкес келеди. Әлемимиздің басланғыш ҳалын билетуғын болсақ, биз

оның толық тарихын да билген болар едик. Тап сол сыяқлы гравитацияның квантлық теориясында да Әлемнің көп санлы хәр қыйлы квантлық халларының болыуы мүмкін. Ең дәслепки ұақытлары иймейген евклидлик төрт өлшемли кеңисликтің тарихлар бойынша суммада өзін қалай тутқанын билсек Әлемнің квантлық халын анықлаған болар едик.

Ғақыйқый кеңислик-ұақытты пайдаланатуғын классикалық гравитация теориясында Әлемнің қасийетинің тек еки типі бар: яки ол шексиз көп ұақыттан бери бар, яки оның басы өтмиштегі ұақыттың шекли моментіндегі сингулярлық ноқат болды. Квантлық гравитация теориясында үшінші мүмкиншилик пайда болады. Ұақытлық хәм кеңисликлик координаталар бирдей хуқыққа ийе евклид кеңислиги пайдаланылатуғын болғанлықтан кеңислик-ұақыт шекке ийе болып оның шегарасын ямаса шетін пайда ететуғын сингулярлыққа ийе болмауы мүмкін. Бундай жағдайда кеңислик-ұақыт еки қосымша өлшемлерге ийе болған Жердің бетін еске түсиреди. Жердің бети шекли үлкенликке ийе, бирақ бул беттің шегарасы да, шети де жоқ. Теңиз арқалы батыс тәрепке қарай жүзсеңіз сиз Жердің шетіне жетіп қулап түспейсиз хәм сингулярлыққа тап болмайсыз (менің өзім оны билемен, себебі оны өзім айланып шыққанман).

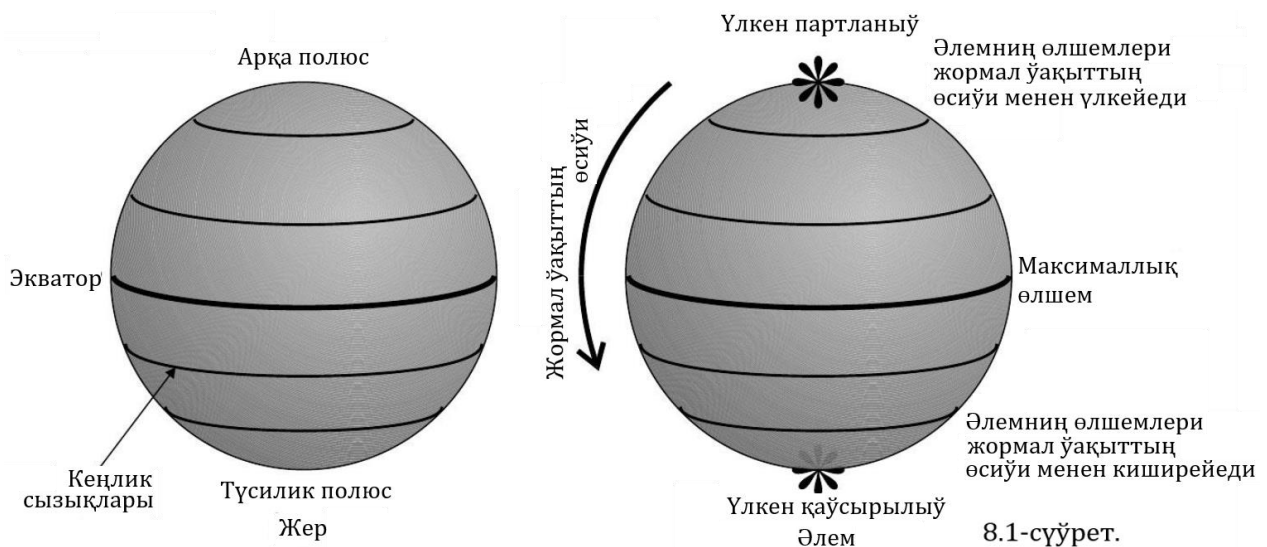
Егер евклидлик кеңислик-ұақыт жормал ұақыт бойынша кейінге қарай шексизликке шекем созылатуғын ямаса жормал ұақыттың сингулярлық ноқатында басланатуғын болса, классикалық салыстырмалық теориясындағыдай Әлемнің басланғыш халы қаққында сорау пайда болады. Мүмкін Әлемнің басының қандай болғанлығы Қудайға белгили шығар. Ал бизде болса Әлемнің басының усындай, ал басқаша емес болғанлығын ойлауға хеш қандай тийкар жоқ. Гравитацияның квантлық теориясы болса жаңа бир мүмкиншиликти ашып берди: кеңислик-ұақыт шегараға ийе емес, сонлықтан оның шегарадағы жағдайын анықлап отырыудың кереги жоқ. Ондай болатуғын болса илимнің ызамлары бузылатуғын сингулярлық жоқ болып шығады. Соның менен бирге кеңислик- ұақыт шетке де ийе емес. Егер сондай шетке ийе болғанда кеңислик-ұақытқа шегаралық шәрт қойыу үшін Қудайдан ямаса қандай да бир жаңа ызамның жәрдемін күткен болар едик. Демек Әлем үшін шегаралық шәртлер шегараның жоқлығында болып шығады. Бундай жағдайда Әлем пүткіллей ғәрезсизликке ийе хәм сыртта нениң болып атырғанлығынан да ғәрезсиз болған болар еди. Әлем дәретилген болып шықпайды, оны жоқ қылыу да мүмкін болмайды. Әлем тек өзінше жасай берер еди.

Мен жоқарыда Ватикандағы конференция қаққында айтып едим. Тап сол конференцияда мен кеңислик пенен ұақыттың биргеликте (мүмкін) базы бир бетті пайда етип шегараға да хәм шетке де ийе болмайтуғынлығы қаққындағы ойларымды баянладым. Бирақ менің мақалам математикалық характерге ийе болды хәм сол ұақытлары Қудайдың Әлемди дәретиүдегі тутқан орны қаққында хеш кимнің (соның ишінде менің де) басына келген жоқ. Ватикан конференциясы жүріп атырғанда Әлем қаққында жууақлар шығарыу үшін шегаралардың жоқлығы қаққындағы шәртлерди қалай пайдаланыуды билмедим. Бирақ келеси жазды мен Санта-Барбарадағы Калифорния университетінде өткердим. Ол жерде менің досларымның бири хәм кәсиплесім Джим Хартл менің қатнасымда егер кеңислик-ұақыт шегараларға ийе болмағанда Әлемнің қандай шәртлерди қанаатландыратуғыны қаққындағы мәселени изертледі. Кембриджде бул жумысты еки аспирантым Джулиан Латтерел менен Джонатан Холлиуэлге усындым.

Ұақыт хәм кеңисликтің шегарасыз, бирақ шекли болыуының кереклиги тек ғана теориялық постулат екенлигин атап өткім келеди: бул қандай да бир басқа принциптен келтирилип шығарылмайды. Қәлеген теориялық ауҳал сыяқлы постулат дәслеп эстетикалық ямаса метафизикалық көз-қараслар тийкарында усынылыуы мүмкін. Бирақ кейін ғақыйқый тексеріуден өтиуі, бақлаулар менен сәйкес келетуғын болжаулар жасауға мүмкиншилик беретугынлығын анықлау керек.

Гравитацияның квантлық теориясында усындай тексеріп көріу еки себепке байланысly қыйыншылыққа тап болады. Бириншиден (бул келеси бапта көрсетиледи) улыұмалық салыстырмалық теориясы менен квантлық механиканы табысly түрде байланыстыратуғын теорияға биз еле ийе емеспиз (усындай теорияның қандай формаға ийе болатуғынлығын бизге белгили). Екиншиден Әлемди тәрийиплейтуғын қәлеген теория дәл есаплаулар жүргизиу ушын математикалық жақтан жүдә қурамалы болады. Сонлықтан есаплаулар жүргизгенде әпиұайыластырыушы болжаулар менен жууықлаудың қолланылыуы сөзсиз. Хәтте бундай жағдайда да мәселе жүдә қурамалы түрге ийе болады.

Тарийхлар бойынша суммадағы қәлеген тарийх тек ғана кеңислик-ұақытты тәрийиплеп қоймай, ондағы Әлемнің бақлаушылары бола алатуғын адам тәризли барлық қурамалы организмлерди де тәрийиплейди. Бул жерде антроплық принципти жақлайтуғын бир жағдайдың бар екенлигин көремиз: егер барлық тарийхлар мүмкин болса, соның менен олардың биринде биз жасайтуғын болғанлықтан, биз дүньяның усындай екенлигиниң себеплерин түсиндириу ушын усы принципти қолланыу хуқықына ийе боламыз. Тек ғана бизлер жоқ басқа тарийхларға қандай мәнис бериу кереклиги анық емес. Тарийхлар бойынша суммалар усылында бизиң Әлемимиз мүмкин болған тарийхлардың бирине емес, ал ең итималларының бирине жууап беретуғынлығын көрсете алатуғын болсақ гравитацияның квантлық теориясы көбирек қанаатландырарлық болған болар еди. Буның ушын бизлер шегараларға ийе емес барлық мүмкин болған евклидлик кеңислик- ұақытлардың тарийхлары бойынша суммалауды орынлауымыз керек.



Егер шегаралардың жоқлығы шәртин қабыл ететуғын болсақ Әлемнің мүмкин болған тарийхлардың көпшили бойынша раўажланыуының итималлылығы оғада киши болып шығады. Бирақ басқаларына салыстырғанда әдеуир итимал болған тарийхлардың базы бир жыйнақлары бар болады. Бул тарийхларды Жердиң бети сыяқлы етип сүүретлеу мүмкин. Арқа полюске шекемги қашықлық жормал ұақытқа, ал арқа полюстен теңдей қашықлыққа ийе ноқатлардан туратуғын шеңбердің өлшемлери Әлемнің кеңисликлик өлшемлерине сәйкес келеди. Әлем арқа полюсте жайласқан ноқат сыяқлы болып басланады. Түсликке қарай қозғалыс барысында кеңлик шеңберлери үлкейеди хәм бул жормал ұақыттың өтиуі менен Әлемнің кеңейиуіне жууап береді (8.1-сүүрет). Әлем максималлық өлшемлерине экваторда жетеди, ал кейин жормал ұақыттың өтиуі менен кубла полюсте ноқатқа қаусырылады. Арқа хәм Түслик полюслерде Әлемнің өлшемлери нолге тең болса да бул ноқатлар Жердиң бетиндеги Арқа хәм Түслик полюстен артық емес

сингулярлыққа ийе болады. Илим нызамлары Арқа хәм Түслик полюслерде қандай болып орынланса, сол ноқатларда да тап сондай болып орынланады.

Бирақ хақыйқат ўақытта Әлемнің тарийхы пүткиллей басқаша түске ийе. Он ямаса жигирма мың миллион жыл бурын Әлемнің өлшемлери жормал ўақыттағы тарийхтың максималлық мәнисине тең минималлық мәниске тең болды. Буннан кейин хақыйқый ўақыттың өтиўи менен Линде тәрепинен усынылған үрлеўдің хаотик моделине сәйкес кеңейди (енди Әлемди қандай да бир дурыс ҳалда дәретилген деп есаплаўдың кереги жоқ). Әлем оғада үлкен өлшемлерге жетеди хәм хақыйқый ўақытта сингулярлық түрине ийе болатуғын қандай да бир нәрсеге шекем қысылады. Сонлықтан қара қурдымлардан қаншама қашықтықта турсақ та қандай да бир мәнисте биз набыт болыўдан қутыла алмаймыз. Егер Әлемнің раўажланыўын жормал ўақытта көз алдымызға келтиретуғын болсақ сингулярлықлықлар орын алмайды. Егер Әлем хақыйқатында да усындай квант ҳалында туратуғын болса, онда жормал ўақытта оның тарийхы ҳеш қандай сингулярлыққа ийе болмайды. Соның ушын мениң кейинги сингулярлықлық хаққындағы жумысларым мениң сингулярлықлық хаққындағы ески жумысларымды толық бийкарлағандай болып көринеди. Бирақ жоқарыда айтылып өтилениндей, сингулярлықлар хаққындағы теоремалардың бас мәниси мынадай: бул теоремалар гравитациялық майданның оғада күшли болатуғынлығын хәм сонлықтан квантлық гравитациялық эффектлерди есапқа алмай кетиўге болмайтұғынлығын билдиреди. Усы жағдай жормал ўақытта Әлемнің шекли, бирақ шегарасыз хәм сингулярлықсыз екенлигине алып келеди. Биз жасап атырған хақыйқый ўақытқа қайтып келсек сингулярлықтың қайтадан келип шығатуғынлығы айқын болады. Қара қурдымға қулап түскен астронавт бәри бир трагедияға тап болады хәм тек жормал ўақытта ғана сингулярлық пенен ушыраса алмайды.

Мүмкин бизиң жормал ўақыт деп жүргенимиз хақыйқый ўақыт шығар, ал хақыйқый ўақыт деп жүргенимиз бизиң ойларымыздың жемиси шығар деп пикир жүргизгенимиз дурыс болар. Хақыйқый ўақытта Әлемнің сингулярлықларға сәйкес келиўши басы да, ақыры да бар. Сингулярлықлар илимнің нызамлары бузылатуғын кеңислик-ўақыттың шегарасын пайда етеди. Жормал ўақытта болса сингулярлықлар да, шегаралар да жоқ. Сондай болғанлықтан бизиң жормал ўақыт деп есаплап жүргенимиз фундаменаллық характерге ийе шығар? Ал хақыйқый ўақыт деп жүргенимиз Әлемди көрип турғанымыздай етип тәрийиплеўде пайда болатуғын базы бир субъектив көз-қарас шығар? 1- бапта айтылғанындай, илимий теория деп бизиң басымыздағы бақлаўлар нәтийжелерин тәрийиплейтуғын математикалық моделге айтамыз. Соның ушын хақыйқый қайсы - хақыйқый ўақыт па ямаса жормал ўақыт па? деп сораў қойыў дурыслығы мәниске ийе емес. Әҳмийетке олардың қайсысының тәрийиплеў ушын жарамлы екенлиги ийе.

Тарийхлар бойынша суммалаў хәм шегараның жоқлығын пайдаланып Әлемнің бир ўақытта қандай қәсийетлерге ийе болатуғынлығын көремиз. Мысалы, Әлемнің барлық бағытларда бирдей тезлик пенен кеңейетуғынлығының хәм соның менен бирге Әлемнің тығызлығының ҳәзирги ўақытлардағы мәнисине тең екенлигиниң итималлығын есаплайық. Бизлер усы ўақытларға шекем қолланған әпиўайы моделлерде итималлық әдеўир үлкен мәниске ийе болады, солай етип шегаралардың болмаў шәрти Әлемнің кеңейиўиниң ҳәзирги темпиниң барлық бағытларда да дерлик бирдейлигиниң жоқары итималлығын береді. Бул микротолқынлық нурланыўды бақлаўдың нәтийжелери менен сәйкес келеди. Бақлаў барлық бағытларда да интенсивликтиң бирдей екенлигин көрсетти. Егер Әлем бир бағытта екинши бағыттағыға қарағанда тезирек кеңейетуғын болғанда нурланыў интенсивлиги усы бағытларда қосымша қызылға аўысыўдың ақыбетинде кемейген болар еди.

Ҳәзирги ўақытлары шегаралардың жоқлығының басқа да нәтийжелери

үйренілмекте. Әсиресе дәслепки Әлемнің бір текли тығызлығынан тығызлықтың киши аұысыұлары хаққындағы мәселе қызықты. Усындай киши аұысыұлардың салдарынан дәслеп галактикалар, кейин жулдызлар, ақыр-аяғында бизлердің өзлеримиз пайда болғанбыз. Анықсыздық принципи бойынша дәслепки Әлемнің пүткіллей бір текли болыуы мүмкін емес. Себеби бөлекшелердің жайласыұларында хәм тезликлерінде базы бір анықсыздықлардың болыуы сөзсиз (буны флуктуациялар деп атаймыз). Шегаралардың жоқлығы шәртинен биз Әлемнің дәслепки халында анықсыздық принципи көз-қарасына сәйкес бір теклиликтің болмағанлығын табамыз. Буннан кейин Әлем үрлеу моделлеріндегидей тез кеңейіу дәуирин басынан кеширди. Усы дәуирде бизлер хәзирги күнлери көріп жүрген структуралардың пайда болыуы ушын жеткилики болған басланғыш бір тексизликлер күшейеди. Затлардың тығызлығы бір орыннан екінші орынға өткенде аз өзгеретуғын усындай кеңейіуши Әлемде тығызырақ областлардың кеңейіуи гравитацияның тәсирінде әстеленіуи хәм қысылыуға өтиуи мүмкін болды. Бул галактикалардың, жулдызлардың хәм кейинде бизлерге усаған жанлы мақлуқлардың пайда болыуына алып келеди. Солай етип биз Әлемде көріп жүрген барлық курамалы структуралардың пайда болыуын Әлемнің шегараларының жоқлығы менен квант- механикалық анықсыздық принципи тийкарында түсиндириу мүмкін. Кеңислик хәм уақыттың туйық бетти пайда ететуғынлығы хаққындағы көз-қарастан Қудайдың әӘлемнің рауажланыуында тутқан орны бойынша жүдә әхмийетли нәтижелер береді. Илимий теориялардың табысларына байланысly көпшилик алымлар Қудай Әлемге белгили ызамлар системасы тийкарында рауажланыуға мүмкіншилик береді, бул ызамлардың орынланыуын бузбайды хәм Әлемнің рауажланыуына араласпайды деген жуумаққа келди. Бирақ сол ызамлар Әлемнің пайда болған уақытта қандай болғанлығын айта алмайды. Саатты жүргизип жиберіу хәм басланғыш моментти сайлап алыу Қудайдың исинің болыуы мүмкін еді. Хәзирше биз Әлемнің басы бар деп есаплаймыз хәм оның Дөретиушиси де болған деп ойлаймыз. Егер Әлем толығы менен туйық болса хәм шегарасы да шетлери де болмаса, онда оның басының да, ақырының да болмауы керек. Әлем бар, болғаны. Бундай жағдайда Жаратқан ушын орын қала ма?

Тоғызыншы бап. Уақыт тили

Жоқарыда келтирилген бапларда жыллардың өтиуи менен уақыттың тәбиятына көз- қарасларымыздың қалай өзгергенлигин көрдик. Хәзирги әсирдің басына шекем адамлар абсолют уақытқа исенди. Бул хәр бір уақыяның уақыт деп аталатуғын сан менен белгиленетуғынлығы хәм дәл жүретуғын барлық саатлардың еки уақыялар арасындағы бирдей уақыт интервалын көрсететуғынлығын аңғартады. Бирақ қәлеген бақлаушы ушын оның қозғалысынан ғәрезсиз жақтылықтың тезлигинің бирдейлиги салыстырмалық теориясының пайда болыуына алып келди хәм бул теория бирден бір абсолют уақыттың бар екенлигин бийкарлады. Хәр бір бақлаушы өз уақтына ийе хәм бул уақытты өзинің сааты менен өлшейди. Хәр қыйлы бақлаушылардың саатларының бирдей уақытты көрсетиуи шәрт емес. Уақыт оны өлшеуши бақлаушыға байланысly субъектив түсиникке айланды. Гравитацияны квантлық механика менен байланыстырыуға қаратылған тырысыұлар жормал уақыт түсинигинің пайда болыуына алып келди. Жормал бағыттың кеңисликтеги бағыттан парқы жоқ. Арқа тәрепке жүрип баратырып кейинге қайтып Түслик тәрепке жүриу де мүмкін. Тап сол сыяқты жормал уақыт бойынша алға қарай жүрип баратырған адам кейинге қарай да жүриуи мүмкін. Бул жормал уақыттың қарама- қарсы бағытлары арасында айтарлықтай айырманың жоқ екенлигин билдиреди. Бирақ биз хақыйқый уақыт пенен ис алып баратуғын болсақ, онда бундай уақыт бойынша алға хәм кейин қарай қайтыудың үлкен айырмаға ийе болатуғынлығы билемиз. Болажақ пенен

өтмиштің айырмасы қайдан бериледи? Не себепли өтмиш бизің есимизде, ал болажақ есимизде жоқ?

Илим нызамлары өтмишти болажақтан ажырата алмайды. Дәлирек айтқанда С, Р хәм Т хәриплери менен белгиленетуғын операцияларды (ямаса симметрияны) орынлағанда илим нызамлары өзгермейди (С бөлекшени антибөлекше менен алмастырыў, Р айналық шағылысыў, бунда оң менен шеп орын алмасады, Т барлық бөлекшелердің қозғалыс бағытын қарама-қарсы тәрепке өзгертиў). Әдеттегидей ситуацияларда материяның қәсийетлерин басқарыўшы физиканың нызамлары С хәм Р операцияларын орынлағаннан кейин де өзгермейди. Басқа сөз бенен айтқанда бизлер хәм басқа планеталардың турғынлары ушын егер, бириншиден олар бизлердің айналық шағылысыўымыз, екиншиден олар материядан емес, ал антиматериядан туратуғын болса, өмирдің өтиўи бирдей болады. Егер илим нызамларын С хәм Р операцияларының комбинациясы менен С, Р хәм Т үшлик комбинациясы өзгертпейтуғын болса, онда бул нызамлар бир Т операциясының тәсиринде де өзгермейди. Бирақ әдеттеги өмирде алға қарап жүриў менен кейин қарап жүриў арасында үлкен айырма бар. Столдан ишинде суўы бар шийше ыдыстың полға түсип сынғанлығын көз алдыңызға келтириңиз. Егер усыны пленкаға түсирсеңиз, онда фильмди көргениңизде пленканың алдыға ямаса кейинге өтип атырғанлығын анақ сезесиз. Егер пленка кейинге өтсе полда сынып атырған сынықлар бир ыдысқы жыйналып столдың үстине секирип барып турады. Буны көрип сиз дәрхәл пленканың кейин қарай өтип атырғанлығын айтасыз. Себеби ҳақыйқый турмыста бундай ўақыя болмайды (егер сондай болғанда сол ыдысларды шығаратуғын заводларды жабыўға туўра келген болар еди).

Сынған ыдыслардың тутас болып столдың үстине барып турмаўының себебин түсіндиргенде термодинамиканың екинши басламасын қолланылады. Бул баслама бойынша туйық системада тәртипсизлик ямаса энтропия ўақытқа байланыслы өседи. Басқа сөз бенен айтқанда бул Мерфи нызамына уқсас: бизің дүньямызда барлық нәрсе бизге керек емес бағдарда жүзеге келеди. Стол үстиндеги пүтин ыдыс - бул жоқары тәртипке ийе ҳал, ал полда жатқан сынған ыдыс тәртипсизлик ҳалына ийе болады. Дәслеп столдың үстиндеги пүтин ыдыстан полда жатырған сынған ыдыс ҳалына өтиў қыйын емес, ал қарама-қарсы бағыттағы өтиў мүмкиншилиги жоқ.

Тәртипсизликтің ямаса энтропияның ўақыт бойынша өсиўи ўақыт тилинің, яғный өтмишти болажақтан ажыратыўдың, ўақыттың өтиў бағытын белгилейдиги анықламаларының бири болып табылады. Кеминде үш ўақыт тили ҳаққында айта аламыз. Бириншиси тәртипсизлик ямаса энтропияның өсиў бағытындағы термодинамикалық тил. Екиншиси психологиялық тил. Психологиялық тил бағытында биз ўақыттың өтиўин сеземиз, өтмишти ядта сақлаймыз хәм болажақ ядымызда болмайды. Үшиншиси космологиялық тил. Бул Әлемнің кеңейиўине сәйкес келетуғын (қысылыўына емес) тил.

Бул бапта Әлемнің шегараларының жоқлығына хәм эззи антроплық принципке тийкарланып ўақыттың үш тилинің де бирдей екенлигин хәм не себептен ўақыт тилинің бағытының бар екенлигин дәлиллеймен. Мен дәслеп психологиялық тилдің термодинамикалық тил пенен анықланатуғынлығын хәм усы еки тилдің де барлық ўақытлары да бирдей бағытта болатуғынлығын дәлиллеймен. Әлемде шегаралардың жоқлығы шәрти орынланады деп есаплап жақсы анықланған ўақыттың термодинамикалық хәм космологиялық тиллеринің бар екенлигин көремиз (Әлемнің барлық тарийхы барысында олардың бирдей бағытланған болыўы шәрт емес болса да). Усы тиллердің бағытлары бир бирине сәйкес келгенде ғана не себепли тәртипсизликтің ўақыт бойынша күшейиўи Әлемнің кеңейиў бағытына сәйкес келеди? деп сораў берийши саналы жанызаттың пайда болыўы ушын шараятлардың пайда болатуғынлығын көрсетемен.

Дәслеп ўақыттың термодинамикалық тилин қарап шығамыз. Тәртипсиз

қалларадың санының тәртіпке түскен қаллардың санынан оғада көп екенлигинен термодинамиканың екінші басламасы келип шығады. Балалар кубигинен исленген сұўретти қарайық. Керекли сұўрет пайда болатуғын кубиклердин тек ғана бир өз-ара жайласыуы бар. Соның менен бирге сұўрет пайда болмайтуғын оғада көп санлы тәртіпсиз жайласыулар орын алады.

Қандай да бир система дәслепп тәртіпке түскен көп емес қаллардың биринде турған болсын деп болжайық. Уақыттың өтиуи менен системаның қалы илим нызамларына сәйкес өзгереді. Тәртіпсиз қаллардың саны көп болғанлықтан базы бир уақыттан кейин система тәртіпке қалдан тәртіпсиз қалға өтеді. Демек егер система дәслепп жоқары тәртіпке ийе қалда туратуғын болса, уақыттың өтиуи менен тәртіпсизлик өседі. Тап сондай жағдай сұўретти пайда ететуғын кубларда да орын алады. Егер кублар сұўрет пайда болатуғындай етип жайғастырылған болып, кейин кубларды араластырсақ олардың өз-ара жайласыулары өзгереді, жайласыу тәртіпсиз жайласыуға айланады. Себеби тәртіпсиз қаллардың саны тәртіпке түскен қаллардың санынан әдеуір көп. Әлбетте, бул жағдайда сұўрет бузылады. Базы бир кубиклер сұўреттиң бир бөлегин пайда етип еле де бир жерде жайласқан болыуы мүмкин. Бирақ кубиклерди қаншама көбірек араластырсақ сұўреттиң бөлеклери соншама күшлирек тарқалады. Ақыр-аяғында ҳеш қандай сұўрет қалмайды. Солай етип егер дәслепп жоқары тәртіпке қал орын алатуғын болса, уақытқа байланысly тәртіпсизликтің өсетуғынлығын көремиз.

Қудай Әлемнің раўажланыуы басланғыш қаллардан ғәрезсиз жоқары тәртіпке ийе қалда жуўмақлансын деп буйырған болсын деп ойлайық. Раўажланыуының дәслеппки стадияларында Әлемнің тәртіпсиз қалда турыуының итималлығының жоқары болыуы керек. Бул тәртіпсизликтің уақыттың өтиуи менен кемейетуғынлығын билдирер еди. Бундай жағдайда биз сынған ыдыстың сынықларының жыйналып столдың үстине секирип шығыуын көрген болар едик. Бирақ бундай секириуши ыдысларды көретуғын адамлардин тәртіпсизлик уақыттың өтиуи менен кемейетуғын әлемлердин турғынлары болыуы керек. Бундай адамлардың уақтының психологиялық тили кери қарап бағытланған болыуы шәрт екенлигин мен тастыйықлайман. Яғнай олар болажақтағы уақыяларды есте сақлайды, ал өтмиштеги уақыялардың олардың есинде болмауы керек.

Адамның яды ҳаққында талқылау әпиуайы ис емес. Себеби бизиң мийимиздин қалай ислейтуғынлығын биз толық билемиз. Бирақ бизлер компьютердин ядының қалай ислейтуғынлығын жақсы билемиз. Сонлықтан компьютерлер ушын уақыттың психологиялық тили ҳаққында айтаман. Мениңше компьютерлерде де, адамларда да психологиялық тиллер бирдей. Егер бундай болғанда акциялардың ертеңги курсын анықлайтуғын компьютерге ийе болып, биржада утыс пенен ойнау мүмкин болар еди.

Турпайырақ түрде айтқанда компьютердин яды еки қалдың биринде туратуғын Элементлерге ийе дүзилис болып табылады. Бундай дүзилистин әпиуайы мысалы абак - әйемги есаплағышлар болып табылады. Әпиуайы түрде бул горизонт бағытындағы сымлардың жыйнағы болып табылады. Хәр бир сымға моншақ өткерилген. Хәр бир моншақ еки қалдың биреуинде жайласа алады. Компьютердин ядына ҳеш нәрсе киргизилмеген жағдайда моншақлар тәртіпсиз қалда болады. Бундай қалда моншақтың еки қалы да бирдей итималлыққа ийе (сымлардығы моншақлар тәртіпсиз тарқалған). Яд есте сақланыуы керек система менен тәсирлескеннен кейин ол системаның қалынан ғәрезли болған анық бир қалға келеди (бир моншақ сымның я оң ушында, я шеп ушында жайласады). Солай етип компьютердин яды тәртіпсизликтен тәртіплескен қалға өтеді. Бирақ ядтың дурыс қалда турғанлығына исениу ушын базы бир энергия жумсау керек болады (мысалы моншақларды ысыруу ямаса компьютердин ислеуи ушын). Бул энергия жылылыққа жумсалады. Усының менен бирге бул Әлемдеги тәртіпсизлик дәрежесин үлкейтеді. Бундай жағдайда тәртіпсизликтің үлкейиуиниң ядқа байланысly тәртіптин

үлкейіуінен барлық ұақытта да үлкен болатуғынлығыен ацсат көрсетіуіге болады. Вентиллятордың жәрдемінде компьютерди салқынлатыудың зәрүрлиги компьютер өзиниң ядына бир нәрселерди жазып атырғанда Әлемдеги тәртіпсизликтің бәри бир үлкейетуғынлығын билдиреди.

Компьютер өтмишти есінде сақлайтуғын ұақыттың бағыты тәртіпсизлик өсетуғын бағытқа сәйкес келеди. Демек бизиң ұақыттың бағытын субъектив түрде сезиуимиз (яғный ұақыттың психологиялық тили) бизиң мийимизге ұақыттың термодинамикалық тили тәрәпинен бериледи. Компьютер сыяқлы биз де энтропия өсетуғын бағыттағы ұақыяларды есте сақлаймыз. Бундай жағдайларда термодинамиканың екінши басламасының мазмуны дерлик айқынласады. Тәртіпсизлик ұақытқа байланысly өседі, себеби биз ұақытты тәртіпсизлик өсетуғын бағытта өлшеймиз. Бундай логика менен бәсеклесіу дым қыйын! Бирақ бәри бир ұақыттың термодинамикалық тили не себептен бар? Ямаса басқаша сөз бенен айтқанда биз өтмиш деп атайтуғын ұақыттың ушында Әлемнің не себепли жоқары тәртіплескен қалда турыуы керек? Не себепли Әлем тпотық тәртіпсизлик қалында турмаған? Егер усындай болғанда, бундай қалдың итималлылығы жоқары болған болар еди. Усының менен бирге Әлем кеңейетуғын ұақыттың бағытында тәртіпсизлик ұақытқа байланысly не себепли өседі?

Классикалық улыұмалық салыстырмалық теориясы Әлемнің қалай пайда болғанлығын есаплауға мүмкиншилик бермейді. Себеби үлкен партланыудың сингулярлық ноқатында тәбияттың барлық белгили нызамлары бузылады. Әлемнің қандай да бир текли, күшли тәртіплескен қалдан пайда болыуы мүмкин еди. Бул өз гезегінде ұақыттың дәл анықланған тиллерине (хәзир бақланып жүрген термодинамикалық хәм космологиялық тиллерине) алып келген болар еди. Бирақ Әлемнің басланғыш қалы оншама бир текли емес хәм тәртіплеспеген болыуы да мүмкин. Бундай жағдайда Әлем қашшан-ақ толық тәртіпсиз қалға келип жеткен хәм тәртіпсизлик енди ұақытқа байланысly өспеген болар еди. Соның менен бирге Әлем өзгериссиз қалатуғын болса анық термодинамикалық тил болмас еди, ал егер тәртіпсизлик кемейетуғын болса термодинамикалық тил космологиялық тилге қарама-қарсы бағытланған болады. Бул мүмкиншиликлердің биреуи де бизиң бақлауларымызға сәйкес келмейді. Бизиң көргенимиздей классикалық улыұмалық салыстырмалық теориясы өзиниң кемшилигин де болжайды. Кеңислик-ұақыттың иймеклиги үлкен болған жағдайларда квантлық гравитациялық эффектлердің тәсири күшейеди хәм классикалық теория Әлемди тәрийиплеу ушын исенимли тийкар болыудың қалады. Әлемнің қалай пайда болғанлығын түсиніу ушын гравитацияның квантлық теориясын пайдаланыу керек. Бирақ Әлемнің қалын анықлау ушын гравитацияның квантлық теориясында (жоқарыдағы бапларда көргенимиздей) Әлемнің мүмкин болған тарийхларының бурынлары кеңислик-ұақыттың шегарасында қандай болғанлығын билиу керек болады. Егер өткен тарийхлар шегараның жоқлығы шәртин қанаатландыратуғын болса биз билмейтуғын хәм билиуимиз мүмкин болмаған нәрселерди билиу зәрүрлиги жоғалады: олар шекли кеңликке ийе болса, бирақ оларда шегаралар да, шетлер де, айрықшалық та болмаса. Бундай жағдайда ұақытты есаплаудың басы кеңислик-ұақыттағы тегис, бир текли ноқат болып табылады хәм Әлем өзиниң кеңейіуін жүдә тегис хәм тәртіплескен қалдан баслаған болар еди. Бул қал пүткиллей бир текли емес. Себеби квантлық механиканың анықсызлық принципи бузылған болар еди. Бул бөлекшелердің тығызлығы менен тезликлериниң үлкен емес флуктуацияларының орын алыуының кереклигин билдиреди. Бирақ шегаралар болмайтуғын болғанлықтан анықсызлық принципи менен сәйкесликте болыуы ушын бул флуктуациялардың аз болыуы керек. Дәслепп Әлем экспоненциал түрде кеңейген ямаса үрленген бола алады хәм усының салдарынан оның өлшемлери көп есе үлкейеди. Тығызлық флуктуациялары дәслепп үлкен емес болып, кейнинен өсе

баслаған болар еди. Тығызлығы орташа тығызлықтан сәл үлкен болған областлар артық массаның гравитациялық тартыуынан әстерек кеңейеди. Ақыр-аяғында бундай областлар кеңейіуін тоқтатады хәм коллапсланады. Усының салдарынан галактикалыр, жулдызлар хәм бизлерге усыған тири жанызат пайда болады. Солай етип пайда болыу моментинде Әлем бир текли, тәртиплескен халда тура алды хәм ўақыттың өтиуі менен бир текли емес, тәртипсиз халға өткен. Усындай етип мәселени қарау ўақыттың термодинамикалық тилинің бар екенлигин түсіндірген болар еди.

Әлем кеңейгенин тоқтатып қысыла баслағанда не болған болар еди? Бундай жағдайда ўақыттың термодинамикалық тили бағытын қарама-қарсы тәрепке өзгертерме еди? Ыақыттың өтиуі менен тәртипсизлик кемейген болар ма еди? Кеңейіу фазасынан қысылыу фазасына өтиуди көрген адамлардың алдында фантастикалық мүмкиншиликлер пайда болған болар еди. Мүмкин олар полда сынып жатқан ыдыстың пүтинленип столдың үстине секирип мингенин көретуғын шығар? Ал мүмкин олар ертеңги акциялардың курсын есинде сақлап биржада сәтли түрде утысқа ерисетуғын шығар? Бирақ Әлем қайтадан коллапсланады деп тынышсыланбау керек. Себеби қысылыу (егер қысылыу фазасы орын алатуғын болса) кеминде он мың миллион жылдан бурын басланбайды. Бирақ бул хәкқында тезирек билиуге болады. Буның ушын қара қурдымға секириу керек. Жулдыздың қара қурдым халына коллапсланыуы барлық Әлемнің ақырғы стадияларына сәйкес келеди. Сонлықтан Әлемнің қысылыу стадиясында тәртипсизлик кемейетуғын болса қара қурдымның ишинде де тәртипсизликтің кемейіуі керек. Онда қара қурдымға қулап түскен астронавт рулеткада ойнап көп табыс табар еди. Себеби ставка қоймастан бурын ол шариктің қай жерде тоқтайтуғынлығын билген болар еди (хәкыйқатында ойын узаққа созылмайды хәм астронавт тезден спагеттиге айланады. Термодинамикалық тилдің бағытының өзгергенлигин хабарлауға үлгерместен бурын хәм хәтте утысты алмастан бурын ол қара қурдымның ўақыялар горизонтының арғы тәрепинде жоғалған болар еди).

Дәслеппен мен колапстың нәтийжесинде Әлемдеги тәртипсизликтің кемейіуі керек деп есапладым. Себеби қайтадан кишкене халға өтип Әлем өзинің дәслеппе тегис хәм тәртиплескен халына қайтып келген болар еди. Бул қысылыу фазасының ўақыт бойынша кериге өзгертилген кеңейіу фазасына эквивалент екенлигин билдиреди. Қысылыу фазасында өмир кери бағытта өтиуі керек (адамлар тууылмастан бурын өледі, қысылған сайын Әлем кем-кемнен жасарады). Бундай жуўмақ кеңейіу фазасы менен қысылыу фазасы арасындағы сулыу симметрияға ийе болғанлықтан дыққатты өзине тартады. Бирақ оны Әлем хәкқындағы басқа да көз-қараслардан бөлип қарауға болмайды. Бул жуўмақ шегаралардың жоқ екенлиги хәкқындағы шәрт пенен сәйкес келе ме ямаса келмей ме? деген сорау тууылады. Жоқарыда айтылғанындай, мен дәслеппен шегаралардың жоқлығы шәрти қысылыу стадиясында тәртипсизлик үлкейеди дегенди билдиреди деп есапладым. Мени Жер бети менен болған аналогия алжасыққа алып келди. Әлемнің басы Арқа полюске сәйкес келеди деп есаплайық. Түслик полюс Арқа полюске ұқсас болғанлықтан Әлемнің ақыры басына ұқсас болыуы керек. Бирақ Арқа хәм Түслик полюслер Әлемнің басы менен ақырына тек жормал ўақытта ғана сәйкес келеди. Ал хәкыйқый ўақытта Әлемнің басы менен ақыры арасында қәлеген үлкен айырмашылықлардың орын алыуы мүмкин. Мени жумысларымның және биреуі алжасыққа алып келди. Бул жумыста коллапс фазасы ўақытының бағыты өзгертилген кеңейіу фазасына ұқсас Әлемнің модели қаралған еди. Бирақ Пенсильвания университетинде ислеуши мениң кәсиплесим Дон Пейдж шегаралардың болмау шәртинің қысылыу фазасының ўақыттың бағыты өзгертилген кеңейіу фазасы болыуын талап етпейтуғынлығын көрсетти. Мениң аспирантларымның бири Реймонд Лефлемм әдеуир қурамалы болған моделде Әлемнің коллапсының оның кеңейіуінен күшли айырмаға ийе

екенлигин дәлилледі. Мен қәтелескенлигимді түсіндім. Ұақыттың термодинамикалық хәм психологиялық тиллери өзиниң бағытларын қарама-қарсы бағытқа қара қурдымда да, қысылыуын баслаған Әлемде де өзгертпейді. Усындай қәтеликти тапқаннан кейин сиз не ислеген болар едиңиз? Базы бир адамлар хеш ұақытта да өзиниң кемшиликлерин мойынламайды хәм биразы өзиниң идеяларының пайдасына қарай бағытланған тийкарсыз аргументлерди излей баслайды. Қара қурдымлардың қарсыласы сыпатында Эддингтон усндай хәрекет етти. Басқалар усы дурыс емес көз қарасты хеш ұақытта да қолламадық дейди ямаса қоллаған жағдайда оның дурыс емеслигин көрсетиу ушын тырыстық деп дағазалайды. Мениңше ең жақсысы баспасөзде өзиңниң қәтелигинди мойынлау болып табылады. Буған жүдә жақсы мысал Эйнштейн болып табылады. Әлемниң статикалық моделин дүзгенде космологиялық турақлының киргизгенлигин ол өзиниң ең үлкен қәтелиги екенлигин ашық мойынлағаны көпшиликке мәлим.

Ұақыт тилине қайтып келемиз. Бизде бир сорау қалды: бақлаулардың көрсеткениндей не себепли термодинамикалық хәм космологиялық тиллер бирдей болып бағытланған. Басқа сөзлер менен айтқанда не себептен тәртипсизлик ұақытқа байланысly Әлемниң кеңейиу бағытында үлкейеди? Әлем кеңейиуден кейин қысыла баслайды деп есапласақ (бул, шамасы, шегаралардың жоқлығынан бул келип шығады) бизиң сорауымыз мынадай түрге ийе болады: не себепли бизлер қысылыу фазасында емес, ал кеңейиу фазасында жасауымыз керек? Бул сорауға жууапты әззи антроплық принцип береді: қысылыу фазасындағы шараятлар "не себепли тәртипсизлик ұақытқа байланысly Әлемниң кеңейиу бағытында үлкейеди?" деп сорау бергендей саналы жанызаттың жасауы ушын жарамсыз. Шегаралардың жоқлығы шәрти рауажланыуының дәслепки стадияларында Әлемниң үрлениуиниң кереклигин болжайды. Бул Әлемниң кеңейиуиниң критикалық тезликке жақын тезликлерде болатуғынлығы, бундай тезликлерде коллапстың еле көп ұақыт болмайтуғынлығын билдиреди. Бирақ бундай жағдайларда жулдызлар өшип үлгереди, протонлар менен нейтронлар бираз жеңил бөлекшелерге ыдырайды. Әлем ұақыттың күшли термодинамикалық тили болмайтуғын толық тәртипсиз халға түсер еди. Тәртипсизлик күшли үлкейе алмаған болар еди, себеби Әлем онысыз-ақ дерлик толық тәртипсизлик халында болады. Бирақ саналы жанызаттың жасауы ушын күшли термодинамикалық тил керек. Жасау ушын адамлар ауқатланады. Ауқатлық затлар энергияның тәртиплескен формасын алып жүриушилер болып табылады. Ауқатлық затлар адамларда жыллылыққа айланады, яғный энергияның тәртиплеспеген формасына айландырылады. Демек қысылыу стадиясында хеш қандай саналы жанызаттың болуы мүмкин емес. Ұақыттың термодинамикалық хәм космологиялық тилиниң бир бағытқа қарағанлығы усының менен түсіндириледі. Әлемниң кеңейгенлигинен тәртипсизлик күшейеди деп есаплау дурыс емес. Хәммесиниң себеби шегаралардың жоқлығы болып табылады. Соның ақыбетинде тәртипсизлик күшейеди, бирақ тек ғана кеңейиу фазасында саналы жанызаттың жасауы ушын шараятлар тууылады.

Жуумақлар шығарамыз. Илим нызамлары ұақыт бойынша "алға" хәм "кейин" қараған бағытларды бир биринен айырмайды. Бирақ өтмишти болажақтан айыратуғын ұақыттың кеминде үш тили бар. Бал термодинамикалық тил (тәртипсизлик күшейетуғын ұақыттың өтиу бағыты), психологиялық тил (бизиң өтмишти есте сақлауымызғы, ал болажақты еле билмеуимизге байланысly болған ұақыттың өтиу бағыты) хәм космологиялық тил (Әлемниң кеңейиуине сәйкес келиуши ұақыттың өтиу бағыты). Мен психологиялық тилдиң термодинамикалық тилге дерлик эквивалент екенлигин көрсеттим, олардың екеуиниң де бирдей болып бағытланыуы шәрт. Шегаралардың жоқлығы шәртинен ұақыттың дәл анықланған термодинамикалық тили келип шығады. Себеби Әлем тегис хәм тәртиплескен халдан пайда болуы керек. Ал термодинамикалық хәм космологиялық тиллердиң сәйкес

келийи саналы жанызаттың тек ғана кеңейіу фазасында жасай алатуғынлығына байланысly. Қысылу фазасы саналы жанызат ушын жарамайды, себеби бул фазада уақыттың күшли термодинамикалық тили болады.

Әлемди билиу барысында адамзаттың прогресси Әлемнің өсиуши тәртипсизлигинде тәртиптің кишкене ғана мүйешинің пайда болуына алып келди. Егер сиз усы китаптың хәр бир сөзин есте сақлап қалған болсаңыз, онда сизің ядыңыз информацияның шама менен еки миллиондай бирлигин алады хәм сизің басыңыздығы тәртип еки миллион бирликке артады. Сиз усы китапты оқыудың барысында аұқатлық затлар түринде кеминде мың калорияға тең тәртиплескен энергия алдыңыз. Бул энергия тәртипсиз түрдеги энергияға айланды хәм оны сиз конвекцияның хәм тер шығуыдың жәрдеминде қоршап турған орталыққа жыллылық түринде бердиңиз. Усының салдарынан Әлемдеги тәртипсизлик шама менен жигирма миллион миллион миллион миллион бирликке өседи. Бул сизің мийиңиздеги тәртиптің өсиуинен он миллион миллион миллион есе үлкен. Егер сиз мениң китабымдағылардың барлығын есиңизде сақлап қалсаңыз усы айтылғанлардың барлығы да дурыс болады. Келеси бапта мен бизлердің басымызда жаңадан әдеуір тәртип орнатуға тырысаман. Адамлардың бир бири менен бирлесип мен жоқарыда айтып өткен теорияларды бирлестирип Әлемде болып атырған барлық нәрселерди өз ишине қамтыйтуғын толық бирден бир теорияны дүзиу ушын қандай хәрекетлер етип атырғанлығы хаққында айтаман.

Оныншы бап. Физиканың бирлесиуи

Биринши бапта Әлемде болып атырған барлық қубылысларды өз ишине қамтыйтуғын теорияны бирден дүзиудің мүмкин емес екенлиги айтылған еди. Сонлықтан биз уақыялардың қандай да бир шекленген областын тәрийиплеуши дара теорияларды дүзиу бойынша алға илгерилеймиз ямаса басқа эффектлерди есапқа алмай кетемиз, ямаса оларды жууық түрде базы бир санлар менен алмастырамыз (мысалы химияда атом ядроларының қурылысын билмесе де сол атомлар арасындағы тәсирлесиуди есаплай алады). Бирақ ақыр-аяғында толық қарама-қарсылықсыз бирден бир теория табылады деп үмит етемиз. Усындай болғанда жууықлаулар қолланылғанда дара теориялардың жуумақлары алынар еди хәм бул бирден бир теориядағы ықтыярлы шамалардың мәнислерин экспериментке сәйкеслендирип арнаулы түрде сайлап алыудың кереги болмайды. Усындай теорияны дәретиу бойынша жүргизилип атырған жумысларды физиканың бирлесиуи деп аталады. Өзинің өмиринің ақырғы жылларын Эйнштейн толығы менен усындай бирден бир теорияны дәретиуге жумсады. Бирақ бундай теорияның дәретиу ушын уақыт еле келген жоқ еди: гравитация менен электромагнитлик тәсирлесиулердің дара теориялары болды, бирақ ядролық күшлер хаққында билимлер жүдә кем еди. Усының менен бирге Эйнштейн квантлық механиканың рауажланыуы ушын оғада үлкен үлес қосқан болса да, ол сол квантлық механиканың хақыйқатлығына исениуден бас тартты. Бирақ көринип турғанындай, анықсызлық принципи биз жасап атырған Әлемнің фундаменталлық қәсийети болып табылады. Сонлықтан ол дурыс бирден бир теорияның сөзсиз қурамлық бөлеги болады.

Енди мен усындай теорияны дүзиуге үмиттің өскенлигин көрсетемен. Өйткени биз хәзир Әлем хаққында әдеуір көп билемиз. Бирақ исенимди жүдә арттыра беріуге болмайды: бизлер усы уақытқа шекем оғада көп санлы миражлар менен дуушакерлестик! Мысалы әсиримиздің басында серпимлилик ямаса жыллылық өткизгишлик усаған үзликсиз затларды характерлейтуғын қәсийетлер жәрдеминде барлық нәрсени түсиндириу мүмкин деп есаплады. Атомның қурылысы менен анықсызлық принципинің ашылуы бундай көз-қарасты жоқ етти. Буннан кейин

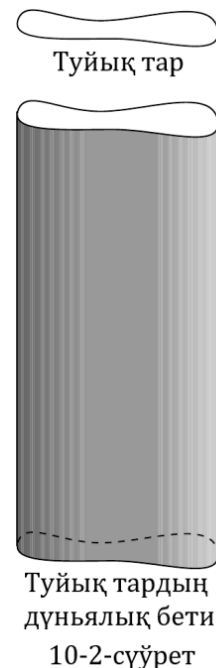
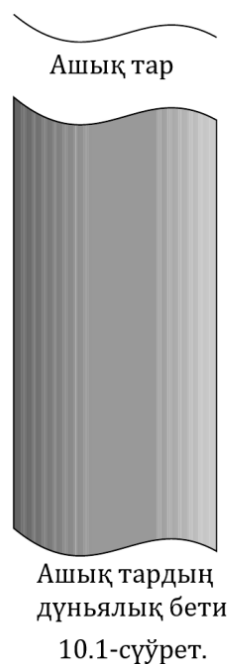
1928-жылы Нобель сыйлығының лауреаты Макс Борн Геттинген университетинің қонақтары алдында шығып сөйлегенінде "Хәзир биз түсинетуғын физика енди ярым жылдан кейин теўсиледи" деп айтқан еди. Бундай исенимге Борн соннан азмаз бурын Дирак тәрәпинен ашылған электрон ушын теңлемеге тийкарланып ийе болды. Бәрше соған сәйкес келетуғын теңлеме сол ўақытлары белгили болған екінши бөлекше протон ушын да бар, егер усы теңлеме ашылса теориялық физика тамам болады деп ойлады. Бирақ нейтронның хәм ядролық күшлердің ашылыўы бул болжаўды жоқ қылды. Бәри бир мен хәзирги ўақытлары оптимизм ушын тийкарлар бер деп есаплайман: биз тәрияттың ақырғы нызамларын излеўди тамамлаўға жақынлап турмыз.

Жоқарыдағы бапларда мен гравитацияның дара теориясы болған улыўмалық салыстырмалық теориясы, эззи, күшли хәм электромагнит тәсирлесийди тәрийиплейтуғын дара теориялар ҳаққында айтып өттим. Кейинги үш теория уллы бирлесий теориясы деп аталатуғын теорияға бирлесийи мүмкин. Бул теорияларды жеткиликли дәрежеде қанаатландыарлық деп айтыўға болмайды, себеби олар гравитацияны өз ишине алмайды. Соның менен бирге бул теориялар теориялық жақтан есапланбайтуғын хәм эксперимент пенен жақсы сәйкес келиў шәрти тийкарында сайланып алынған (мысалы хәр қыйлы бөлекшелердің салыстырмалы массалары) шамаларға ийе болады. Гравитацияны да қамтыйтуғын теорияны дүзийдің қыйыншылығы улыўмалық салыстырмалық теориясының классикалық хәм соның ушын квант-механикалық анықсызлық принципин есапқа алмайтуғын екенлигинде. Басқа дара теориялардың барлығы да квантлық механика менен байланысly. Сонлықтан биринши гезекте улыўмалық салыстырмалық теориясын анықсызлық принципи менен бириктирий керек. Усындай биригийдің нәтийжесиниң бир қатар таң қаларлық нәтийжелер болатуғынлығын биз билемиз: қара қурдымлар қара болыўдан қалады, Әлемде сингулярлықлар жоғалады, Әлем шегаралары жоқ толық туйық Әлемге айланады. Бирақ 7-бапта айтылғанындай бул жерде анықсызлық принципине сәйкес хәтте бос деп есапланған кеңисликтиң виртуаллық бөлекшелер хәм антибөлекшелер жуплары менен толғанлығына байланысly қыйыншылықлар пайда болады. Бул жуплар шексиз үлкен энергияға ийе болады. Сонлықтан Эйнштейнниң даңқлы $E = mc^2$ теңлемесине сәйкес олардың массасы да шексизликке тең. Демек олар тәрәпинен пайда етилетуғын гравитациялық тартысыўдың салдарынан Әлем иймейип, оның шексиз киши өлшемлерге шекем киширейийи керек.

Усындай биймәни шексизликлер басқа да дара теорияларда пайда болады. Бирақ усы шексизликлерди қайтадан нормировкалаў деп аталатуғын процедураның жәрдемінде барлық ўақытта да сапластырийи мүмкин. Қайтадан нормировкалаў усылы ески шексизликлерди жоғалтыў ушын жаңадан шексизликлерди киргизийди нәзерде тутады. Математикалық жақтан толық емес тийкарға ийе болса да, бул усыл табысly түрде қолланылады хәм оның жәрдемінде алынған дара теориялардың болжаўлары бақлаў нәтийжелери менен дәл сәйкес келеди. Бирақ тамамланған теорияны излеўде қайтадан нормировкалаў усылы үлкен бир кемшиликке ийе: ол теориялық жақтан массалар менен күшлердің дәл мәнисин алыўға мүмкиншилик бермейди, күшлер менен массалардың шамалары экспериментке сәйкеслендирип өзгертийи жолы менен алынады.

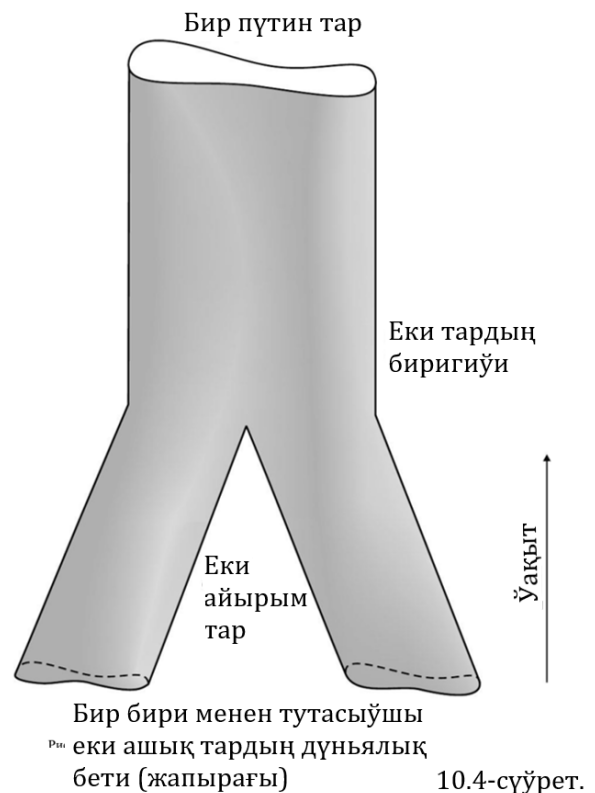
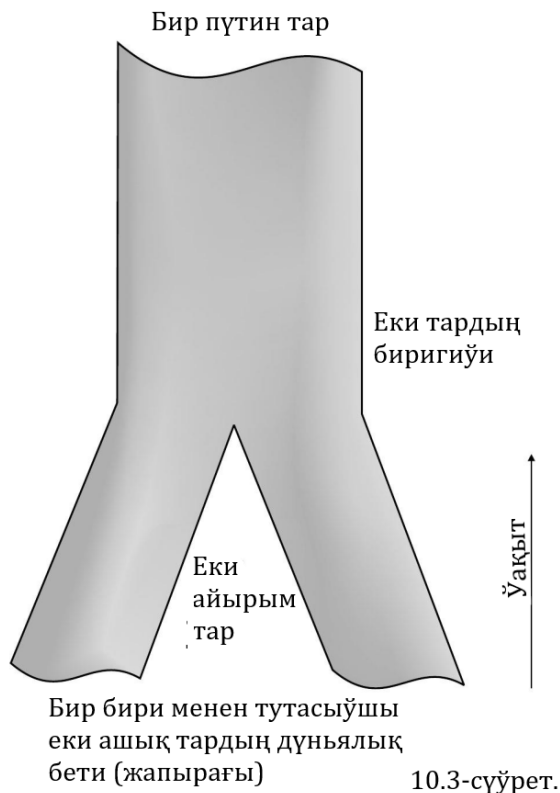
Анықсызлық принципин улыўмалық салыстырмалық теориясына киргизийге тырысыўларда тек ғана еки сан қатнасады: гравитациялық күштиң шамасы хәм космологиялық турақлы. Бирақ олардың өзгериийи менен барлық шексизликлерди жоғалтыў мүмкин емес. Демек өлшегенимизде олардың шекли екенлиги алынатуғын биз базы бир шамалар (мысалы кеңислик-ўақыттың иймеклиги) шексиз болып шығатуғын теорияға ийемиз деген сөз. Улыўмалық салыстырмалық теориясын анықсызлық принципи менен бириктиргенде пайда болатуғын бул проблема бир

қанша уақыттар дауамында гүман пайда ететугын машқала деп есапланды. Бирақ хақыйқатлық ақыр- аяғында 1972-жылы пукта түрде жүргизилген есаплаулардың нәтийжесинде орнады. Төрт жылдан кейин супергравитация деп аталатуғын оның мүмкин болған шешимлериниң бири табылды. Бул теорияның мәниси мынадан ибарат: гравитон (гравитациялық тәсирлесіуіди тасыушы спини 2 ге тең бөлекше) спини $3/2$, 1 , $1/2$ хәм нолге тең болған базы бир жаңа бөлекшелер менен бирлеседи. Бундай жағдайда бул бөлекшелерди қандай да бир мәнисте бир "супербөлекшениң" хәр қыйлы түрлери деп қарауға болады. Усының менен спинлери $1/2$ хәм $3/2$ болған материяның бөлекшелерин спинлери 0 , 1 хәм 2 ге тең болған тәсирлесіуіди алып жүриуші бөлекшелер менен бириктириледі. Бундай жағдайда спинлери $1/2$ хәм $3/2$ ге тең виртуаллық бөлекше-антибөлекше жуплары терис энергияға ийе болады хәм спинлери 2 , 1 хәм 0 ге тең болған виртуаллық жуплардың энергияларын компенсациялайды. Усының нәтийжесинде бир қанша шексизликлер сапластырылады. Бирақ сол шексизликлердиң қандай да бир бөлеги бәри бир қалып қояды деген гүман тууылады. Барлық шексизликлердиң сапластырылғанлығын анықлау оғада көп хәм қурамалы есаплауларды талап етти хәм сонлықтан бул мәселе үстинде хеш ким шуғылланбады. Бахалаулар усындай есаплауларды компьютерлер жәрдемінде жүргизгенде кемінде 4 жылдай уақыттың керек болатуғынлығын, усы есаплаулардың барысында бир рет қәтелик жиберіудің итималлығының үлкен екенлигин көрсетти. Демек басқа биреу сол есаплауларды қайталаса хәм дәл сондай жуумақ алса, алынған жуумақларға исениуге болады. Бирақ буны әмелге асырылады деп есаплау дым қыйын.



Усындай проблемалардың орын алғанлығына хәм супергравитация теориясындағы бөлекшелердиң бақланып жүрге бөлекшелерден (шамасы) басқа екенлигине қарамастан супергравитация физиканың бирлесіуі хаққындағы мәселениң дурыс шешилиуіне алып келеди деп есаплады. Бирақ 1984-жылы алымлардың пикирлери тарлық теориялар деп аталатуғын теориялар тәрийипине күшли түрде аўды. Бундай теориялардағы тийкарғы объектлер болып кеңисликтеги тек ноқаттың орнын ийелейтуғын бөлекшелер хызмет етпейди, ал узынлықтан басқа өлшемлери жоқ шексиз жиңишке тарлардың бөлеклериндей базы бир дүзилислер жүзеге келеди. Бундай тарлардың ушлары еркин (ашық тарлар деп аталады) ямаса бир бири менен тутасқан болыуы (туйық тарлар) болыуы мүмкин (10.1- хәм 10.2-

сұйретлер). Бөлекше қар бир уақыт моментинде кеңисликтеги бир ноқат түринде сәулелендириледі. Демек оның тарийхын кеңислик-уақытта сызық түринде көрсетиу мүмкин (дүньялық сызық). Бирақ қар бир уақыт моментиндеги тарға үш өлшемли кеңисликтеги сызық сәйкес келеді. Демек оның тарийхы кеңислик-уақытта "дүньялық жапырақ" деп аталатуғын еки өлшемли бет түринде сәулелендириледі (усындай дүньялық жапырақта қалеген ноқатты еки сан жәрдемінде бериу мүмкин, биреуи уақыт, екіншиси тардағы ноқаттың орны). Ашық тардың дүньялық жапырағы шетлери кеңислик-уақыттағы тардың жолының шетлери болған жолақ болып табылады (10.1-сұйрет). Туйық тардың дүньялық жапырағы цилиндр ямаса най болып табылады (10.2-сұйрет). Бул цилиндр ямаса найдың кесе-кесими болып белгили бир уақыт моментиндеги тардың ауҳалына жууап береді.

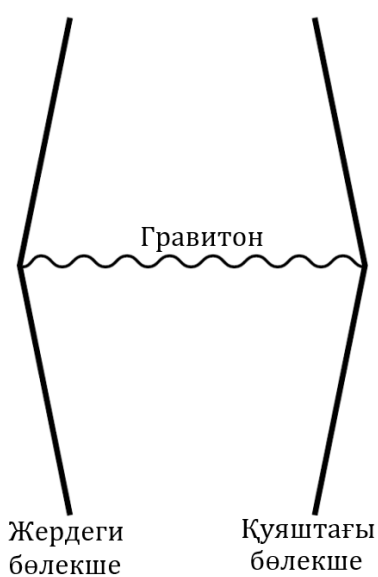


Тардың еки бөлегиниң бир тарға тутасыуы мүмкин. Ашық тарлар жағдайында олар шетлери менен қосылады (10.3-сұйрет), ал еки туйық тардың биригиуи шалбардағы еки балақтың биригиуин еске түсиреди (10.4-сұйрет). Сол сыяқлы тардың бир бөлеги еки тарға бөлиниуі мүмкин. Бурынлары бөлекшелер деп есапланғанлар тарлық теорияларда усы тарлар арқалы жууырыушы толқынлар болып табылады (тартылған арқанда тарқалатуғын толқынлардай). Бир бөлекшениң екінши бөлекшелер тәрeпинен шығарылыуы ямаса жутылыуы тарлардың биригиуине ямаса айрылыуына сәйкес келеді. Мысалы Қуяш тәрeпинен Жерге тәсир ететуғын гравитациялық күш бөлекшелер теорияларында Қуяштағы қандай да бир бөлекше тәрeпинен гравитонның шығарылыуы хәм сол гравитонның Жердеги қандай да бир бөлекшениң жутыуына сәйкес келеді (10.5-сұйрет). Тарлар теориясында бул процесс найлардың Н тәризли биригиуи түринде сәулелендириледі (10.6-сұйрет, тарлар теориясының водопроводшының техникасына уқсас екенлигин аңғарыуымыз керек). Бул жерде еки вертикаллық тәрeплер Қуяш пенен Жердеги бөлекшелерге, ал горизонталлық най олар арасындағы ушыушы гравитонларға сәйкес келеді.

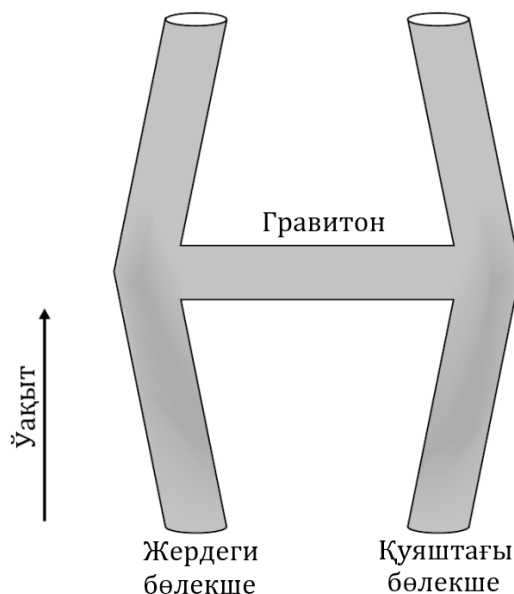
Тарлар теориясы әдеттегидей емес тарийхқа ийе. Бул теория алпысыншы

жыллардың ақырында күшлі тәсірлесіудің теориясын дүзіуге қаратылған хәрекетлердің нәтижесінде пайда болды. Протон хәм нейтрон тәрізлі бөлекшелерди керілген тар бойынша тарқалатуғын толқындай етип қарау идеяның тийкарын құрады. Бундай жағдайда бөлекшелер арасындағы тәсир етиуши күшлер бир бири менен өрмекшиниң аұындағыдай болып тутасқан тарлардың кесиндилерине сәйкес келеди. Бул теория бойынша есаплаулардың экспериментте алынған тәсир етисіуге сәйкес келиуи ушын тарлар онлаған тонна күш пенен тартылып қойылған резин лентаға эквивалент болыуы لازم.

1974-жылы Парижлы Джоэль Шерк хәм Калифорния технологиялық институтынан Джон Шварцлардың тарлар теориясының гравитациялық тәсірлесіуді тәрийиплеуи ушын да жарамлы екенлиги хаққында мақаласы жарық көрди. Мақалада бул жағдайда тардың керими дым үлкен болатуғынлығы (мың миллион миллион миллион миллион миллион миллион ямаса отыз тоғыз ноли бар тонна) көрсетилген. Эдеттегидей масштабларда усындай тарлы теорияның хәм улыұмалық салыстырмалық теориясының болжаулары бир бирине сәйкес келди. Сол еки теория киши қашықлықларда (бир сантиметрди отыз үш ноли бар бирликке бөлиу керек) хәр қыйлы нәтижелерди берди. Бирақ бул жұмыс айрықша дыққатты өзине тартпады. Себеби сол уақытлары көпшилик күшлі тәсірлесіудің дәслепки тар теориясынан бас тартып, нәтижелери эксперимент пенен сәйкес келетуғын кварклар хәм глюонлар теориясына бет бурып атыр еди. Шерк трагедиялық жағдайларда қайтыс болды (онда диабет бар еди, ол комаға түскен уақытта оның жанында инсулин уколын салғандай хеш ким болмаған) хәм Шварц керіуи әдеуир үлкен болған тарлар теориясының жалғыз тәрепдары болып қалды.



10.5-сүрөт.



10.6-сүрөт.

1984-жылы тарларға байланысly қызығыу және бирден көтерилди. Буған тийкарынан еки себеп болды. Бириншиден хеш ким супергравитацияның шекли екенлигин ямаса оның жәрдемінде биз бақлап жүрген бөлекшелердің бар болыу себебин түсіндире алмады. Екинши себеп Лондондағы Куин-Мэри-колледжден Джон Шварц пенен Майк Гринлердің мақаласы болды. Бул мақалада тарлар теориясының жәрдемінде бизлер айырымларын бақлап жүрген шеп спираллыққа ийе болған бөлекшелердің бар екенлигин түсіндириуге болатуғынлығы айтылған. Бундай мотивлердің қандай болыуына қарамастан көпшилик тарлар теориясына нәзерин бурды хәм усының нәтижесінде бул теорияның жаңа түри болған гетеротик тар

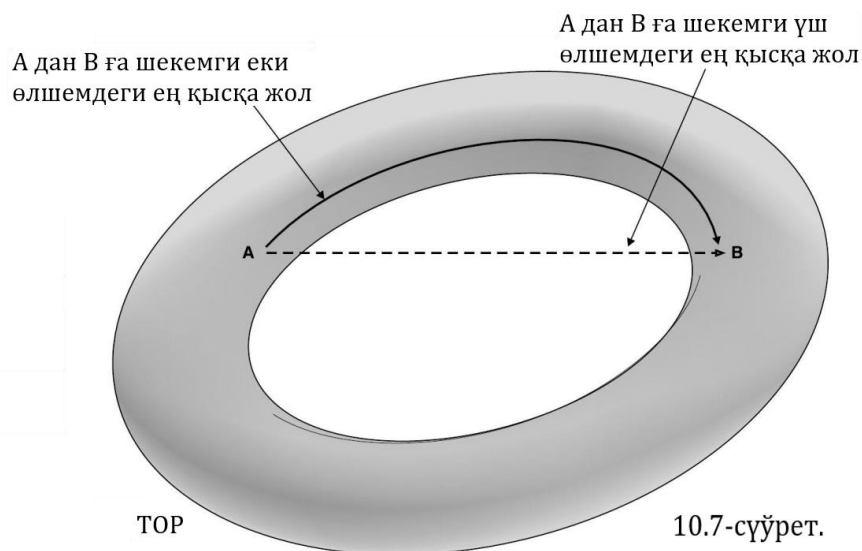
теориясы пайда болды. Бул теория жәрдемінде бақланып жүрген бөлекшелердің көпшилигі түсіндиреди деген үміт пайда болды.

Тарлар теориясында да шексіздіктер пайда болады. Бірақ гетеротик тар теорияларының базы биреулерінде бул шексіздіктер кемейеди деген үміт бар (хәзірше бул белгили емес). Бірақ тарлық теориялар әдеуір көбірек қыйыншылықтар пайда етеди: шамасы олар тек он ямаса жигирма алты өлшемли кеңісикте қарама-қарсылыққа ийе емес. Артық өлшемлер илимий фантастикадағы әдеттегидей ис болып табылады (илимий фантастика бунысыз ис алып бара алмайды, себеби салыстырмалық теориясы бойынша жақтылықтан тез ҳеш нәрсе де қозғала алмайды, ал жулдызлар хәм галактикалар арасындағы саяхат оғада көп ўақытларды алған болар еди). Илимий фантастиканың идеясы артықша өлшем арқалы қозғалыў арқалы жолды қысқартыў болып табылады. Бундай ойды сүүретте түсіндириўге болады. Биз жасап атырған кеңісик еки өлшемге ийе хәм 10.7-сүүреттеги көрсетилген билезик нандай болып иймейген болсын. Егер сиз билезик нанның ишки тәрәпинде қандай да бир ноқатта турған болсаңыз хәм қарама- қарсы тәрәпте жайласқан ноқатқа барып жеткиңиз келсе сизге ишки сақыйна бойынша жүриўге туўра келеди. Ал егер сизде үшінши өлшем бойынша қозғала алыў мүмкиншилиги болса, баратуғын жериңизге туўрыдан-туўры барған болар едиңиз.

Бірақ, егер усы қосымша өлшемлердің барлығы да бар болатуғын болса бизлер не себептен оларды байқамаймыз?

Неликтен бизлер тек үш кеңісиктеги хәм бир ўақыт бойынша өлшемди көремиз? Ол өлшемлер сантиметрдің миллионнан миллионнан миллионнан миллионнан миллионнан бир бөлегиндей болған көлемде жасырынып турған болыўы мүмкин. Бул көлем жүдә киши болғанлықтан бизлер оны байқамаймыз: кеңісик-ўақыт жеткилики дәрежеде тегис болатуғын үш кеңісиклик хәм бир ўақытлық өлшемди көре аламыз. Бизлер апельсиннің бетине қарасақ соны көремиз: жақыннан қарасақ бет қыйсайған хәм тегис

емес болып көрінеді, ал алыстан гедир-будырлар билинбей, апельсиннің бети тегистей болып көрінеді. Тап сол сыяқлы кеңіс-лік-ұақыт киши өлшемдерде он өлшемлі хәм күшли қыйсайған, ал үлкен масштабларда қыйсықлық хәм қосымша өлшемлер көрінбейді.



Егер усы көз-қараслар дурыс болатуғын болса космосты болажақта ийелеушилер ушын жағымлы болмайды: қосымша өлшемлер космос кораблинің өтиуи ушын дым киши болып шығады. Бирақ басқа да әхмийетли машқала тууылады. Не себепли тек базы бир өлшемлердің киши шарикке қаусырылып қалыуы керек? Көринип турғанындай, Әлемнің рауажланыуының ең дәслепки стадияларында барлық өлшемлердің күшли иймейген болыуы керек. Онда не себептен бир уақытлық хәм үш кеңіс-лік-лік өлшемлер ашылған. Ал қалғанларының барлығы да күшли қаусырылып қалған?

Мүмкин болған жууаплардың бирин антроплық принцип беретуғын шығар? Бизлердей қурамалы жанызаттың рауажланыуы ушын еки кеңіс-лік-лік өлшем, көринип турғанындай, жеткиликсиз. Мысалы бир өлшемлі Жерде жасаушы еки өлшемлі хайуанлар ушырасқаннан кейин тарқасып кетиуи ушын олардың бир биринің үсти арқалы өтиуи орын алған болар еди. Егер еки өлшемлі жанызат бир нәрсени жесе хәм ол нәрсе жанызат тәрәпинен ақырына шекем сиңирилген болмаса, онда сол азықлық заттың қалдығы сол хайуанның аузынан қайтадан шығыуы шәрт. Болмағанда хайуан екиге бөлінген болар еди (10.8-сүүрет). Тап сол сыяқлы еки өлшемлі хайуандағы қанның айланысын да көз алдымызға келтириу дым қыйын.

Егер кеңіс-ліктегі өлшемлердің саны үштен артық болғанда да қыйыншылықтар пайда болады. Үш өлшемлі кеңіс-ліктегіге қарағанда еки өлшемлі кеңіс-лікте еки дене арасындағы гравитациялық тартылыс күши қашықлыққа байланыссы тезирек үлкейген болар еди (қашықлық еки есе артса үш өлшемде гравитациялық күш төрт есе кемейеди, төрт өлшем болғанда тоғыз есе. Ал бес өлшемде он алты есе кемейеди х.т.б). Бул планеталардың орбиталарының, мысалы Қуяштың дөгерегінде айланыушы Жердің орбитасының, турақлы болмауына алып келген болар еди: шеңбер тәризли орбитадан оғада киши болған ауысыу (бундай ауысыу басқа планеталардың гравитациялық тәсиринде пайда болады) Жердің спирал бойынша Қуяшқа ямаса Қуяштан сыртқа қарай қозғалыуына алып келеди. Бундай жағдайда бизлер ямаса ыссыдан күйген ямаса сууықтан тоцған болар едик. Егер гравитациялық күшлердің қашықлықтан фәрезлилиги өлшемлер саны үштен көп болған кеңіс-лікте бирдей болып қалса Қуяш басым менен гравитацияның тең салмақлығы орынланатуғын турақлы халда тура алмайды. Ол

бөлеклерге бөлиніп кеткен ямаса коллапсланып қара құрдымға айланған болар еді. Екі жағдайда да Құяштың Жердегі өмірді сақтап тұрыуы үшін жыллылық хәм жақтылық дерегі сыпатында пайдасы тиймейді. Электронларды ядролар дөгерегінде айланлдырыушы электр күшлери киши масштабларда гравитациялық күшлердей болып тәсир етеді. Демек электронлардың барлығы жыйналып ядроны таслап кетер ямаса спирал тәрізлі орбиталар бойынша қозғалып ядроға қулап түсер еді. Екі жағдайда да хәзиргі ұақытлардағыдай атомлар болмайды.



10.8-сүүрет. Екі өлшемли хайуан

Бундай жағдайдардан биз көз алдымызға келтиретуғын тиришилик бир ұақытлық хәм үш кеңисликлик өлшемлер кеңислик-ұақыттың онша күшли иймеймеген областларында ғана орын ала алады. Бул егер тарлық теория Әлемде усындай областлардың бар болатуғынлығын көрсете алатуғын болса (шамасы бул теория хәқыйқатында да усындай обласлардың бар болатуғынлығын айта алады) бизиң әззи антроплық принципти жәрдемге шақырыуға хуқықымыздың бар болатуғынлығын аңлатады. Барлық өлшемлер күшли иймейген яки төрттен артық өлшемлер туұрыланған Әлемнің басқа да областларының ямаса басқа да әлемлердің бар екенлиги толық мүмкин. Бирақ ондай областларда хәрекет етиуши өлшемлердің көплигин көре алатуғындай саналы жанызаттың болыуы мүмкин емес.

Кеңислик-ұақыттың өлшемлериниң санын анықлау менен бирге тарлар теориясында басқа да мәселелер бар. Тарлар теориясын физиканың бирден бир теориясы деп дағазаламастан бұрын бул мәселелерди шешип алыу керек. Биз хәзирше барлық шексизликлердің хәммесиниң де бир бирин компенсациялаитуғынлығын ямаса компенсацияламайтуғынлығын билмеймиз хәм бизлер бақлап жүрген бөлекшелердің анық типлери менен тарлардағы толқынлар арасындағы сәйкесликти толық таба алмаймыз. Бирақ соған қарамастан жақын бир неше жыллардың ишинде бул сорауға жууап табылады деп ойлаймыз хәм әсирдің ақырында биз тарлар теориясының физикасның көптен бери күтилген бирден бир теориясы ма ямаса ондай емес пе екенлигин билемиз.

Бирақ бирден бир теорияның болыуы мүмкин де? Болмаса биз питпейтуғын истиң кейнинде жүрмиз бе? Бул жерде, шамасы, үш варианттың болыуы мүмкин:

1. Толық бирден бир теория хәқыйқатында да бар. Егер тырыссақ биз бул теорияны ашамыз.

2. Әлемнің толығы менен питкен теориясы жоқ. Тек ғана кем-кемнен Әлемнің толық тәрийиплемесин беретуғын шексиз көп теориялардың избе-излиги бар.

3. Әлемнің теориясы пүткиллей жоқ; базы бир шектен кейинги ұақыялардың болжаныуы мүмкин емес, ұақыялар ықтыярлы хәм тәртипсиз түрде өтеді.

Үшинши варианттың пайдасына гейпаралар төмендегидей дәлилдер келтиреді: нызамлардың толық системасының болыуы бизиң дүньямызға өзиниң тәсирин

тийгизгиси келгенде Құдайдың еркінлігін шеклеген болар еди. Бул ситуация ески жақсы парадокске сәйкес келеді: өзі көтере алмайтуғын тасты Құдай дәрете ала ма? Құдайды өз пикиринен қайтады деп ойлау алжасыудың мысалы болып табылады. Усы пикирдің дурыслығын өз уақытында Блаженный Августин де көрсетті. Егер Құдайды уақыт бойынша жасайтуғын нәрсе деп есаплайтуғын болсақ, онда уақыттың өзінің тек Құдай тәрәпинен дәретілген Әлемнің қәсийети екенлігіне көз жеткереміз. Әлемді дәретип өз еркіне жибергенде Құдай не қылып атырғанлығын билген болса керек. Бундай деп жууақлар шығару жоқарыда келтирилген алжасыуға алып келеді.

Квантлық механиканың пайда болуы менен уақыяны абсолют дәл болжаудың мүмкін емеслігін хәм қәлеген болжауда базы бир анықсызлықтың болытуғынлығын адамлар түсинді. Кейілде бул анықсызлықты Құдайдың араласыуы деп қарауға болады. Бирақ бул араласыу бир түрлі болған характерге ийе: бул араласыудың қандай да бир мақсетке қарай бағдарланғанлығы бар екенлігі хаққында хеш қандай мағлыұмат жоқ. Қандай да бир мақсетке қарай бағдарланып, оның мәніси бойынша тосаттан болмайтуғынлығы бәршеге де түсиникли. Бизиң әсиримизде илим алдында турған мақсетлерді анықлап, мүмкін болған үшінши вариантты әмелий жақтан жоқ қылдық: анықсызлық принципі тәрәпинен берилген дәллікте уақыяларды болжау ушын ызыамлар системасын табуу. Бир биринен дәл болған шексиз көп теориялардың бар екенлігіне байланысly болған екінши мүмкіншилик хәзірше тәжірийбе менен толық сәйкес келеді. Көпшилик жағдайларда бар болған теориялар тәрәпинен еле болжанбаған қубылыстарды ашыу ушын бизлер аппаратуралардың сезгирлігін арттырдық ямаса жаңа типтегі эксперименттерді өткердік. Ал усындай жұмыстарды жүргізуің алдында болжаулар жүргізуің ушын жаңа, құрамалырақ теориялар дүздік. Сонлықтан хәзіргі уллы бирлесіу теорияларының рамкаларында егер электроэззи биригуің энергиясы болған 100 Гэв тен шама менен мың миллион миллион гигаэлектронвольт энергиясы аралығында жаңадан хеш қандай белгисиз қубылыс бақланбайды деген болжау қәте болып шықса таң қалуыңды керегі болмайды. Ал хақыйқатында хәзіргі уақытлары Элементар деп есапланып жүрген кварклар хәм электронлардан Элементарлау болған құрылыстың жаңа қатламлары ашылады деп күтіуге болады.

Бирақ гравитация (көриніп турғанындай) биринің ишине бири салынған "матрешкалардағы" избе-излікке өзінің шеклерін қояды. Егер энергиясы Планк энергиясы болған он миллион миллион миллион (он тоғыз ноли бар бир) гигаэлектронвольттен үлкен болған бөлекше бар болатуғын болса оның массасы соншама қысылған болып хәм қара құрдымға айланып Әлемнен қысып шығарылған болар еди. Солай етип бири биринен дәл болған теориялардың избе-излігі энергияның мәніси үлкейгенде шекке ийе болуы хәм энергияның қандай да бир мәнісінде Әлемнің ең кейінгі дурыс теориясының болуы керек.

Планк энергиясы менен биз хәзір лабораториялардағы тезлеткішлердің жәрдемінде жете алатуғын жүзлеген гигаэлектронвольт арасы хәзірше өтіу мүмкін емес "тикжар" менен айырылған. Бул "тикжардан" ақылымызға мууапық келетуғындай жақын арада өтіудің мүмкіншилигі жоқ. Бирақ сондай муғдардағы жоқары энергиялар Әлемнің рауажланыуының ең дәслепкі стадияларында пайда бола алды. Мениңше дәслепкі Әлемді үйрениу хәм математикалық жақтан келіскенлік талабы толық бирден бир теорияның пайда болуына алып келеді. Бул бизлердің бир қаншаларымыздың өмиримиздің ақырына шекем болады (егер биз оған шекем өз-өзимизді партлатып жибермесек). Егер биз хақыйқатында да Әлемнің ең кейінгі толық теориясын дүзе алған болсақ, бул нени аңлатқан болар еди? 1-бапта айтылғаныдай биз табылған теорияның дурыс екенлігін хеш қашан да дәлиллей алмаған болар едик, себебі хеш қандай теорияны дәлиллей мүмкін емес. Егер ашылған теория математикалық жақтан қарама- қарсылықсыз хәм оның тийкарында

исленген болжаулар барлық уақыттары да эксперименттің нәтижелері менен сәйкес келетүгін болса, бизде сол теорияның дұрыслығы хақында гүман болмайды. Усының менен адамзаттың Әлемди билиүге бағдарланған интеллектуаллық гүресинің узын хәм таң қаларлық бабы жуўмақланады. Усының менен бирге усындай теорияның ашылуы әдеттеги адамлардың Әлемди басқаратүгін ызымлар хақындағы көз-қарасларында революция жүргизер еди. Ньютонның заманында сауатлы адам адамзат ийе болған барлық билимлер көлемине ийе бола алды. Бирақ оннан бери илим үлкен темпте раўажланды хәм сонлықтан бир адамның билимлердің барлығын меңгере бериў мүмкиншилиги жоғалды. Бақлаулардың нәтижелері менен сәйкес келиўи ушын теориялардың түрлері үзликсиз өзгертилип барылмақта хәм қәниге емес адамлардың түсиниўи ушын сол теорияларды қайта ислеў ямаса әпиўайыластырыў мәселелері менен ҳеш ким шуғылланбайды. Хәтте қәнигелерге де илимий теориялардың тек аз бөлегин түсиниўге үмит етиўге болады. Соның менен бирге илимнің өсиўи жүдә жоқары темптерде баратырғанлықтан мектептерде ямаса университеттерде оқытып атырылған материаллар барлық уақытта да ескилеў болып қалмақта. Тек айырымлар ғана информациялардың көлеминің тез өсиўши темпи менен аяқ қосып алға илгерилемекте. Усыған жетиў ушын оларға уақтының барлық бөлегин бул мәселеге арнауға хәм жүдә тар қәнигеликти сайлап туўра келеди. Басқалар болса илимнің қандай нәтижелерге ерискенлигин хәм бул исте алымлардың нелерди қылып атырғанлығын билмейди. Егер Эддингтонға исенетүгін болсақ буннан жетпис жыл бурын улыўмалық салыстырмалық теориясын тек еки адамның түсингенлигин билемиз. Хәзирги уақыттары бул теорияны университеттердің онлаған мың питкерийшители, ал оның тийкарында жатқан идеяларды көплеген миллион адамлар биледи. Ал егер толық бирден бир теория ашылса, онда оның систематизациям менен әпиўайыластырылуы, буннан кейин мектептерде оқытылуы тек уақыттың иси болып қалған болар еди. Бундай жағдайда бизлердің бәршемиз де Әлемди басқаратүгін хәм бизиң бар екенлигимизге жуўапкер болатүгін ызымлар хақында толық көз-қарасларға ийе болған болар едик.

Егер бизге сол толық бирден бир теорияны ашыў сәти түсетүгін болса, онда биз барлық уақыяларды болжаўға мүмкиншилик аламыз дегенди аңғартпайды. Буған еки себеп бар. Бириншиден бизиң болжаўшылық қәбилетлигимиз квант-механикалық анықсызлық принципи тәрийипинен шекленген. Буған қарсы ҳеш нәрсе де ислеўдің мүмкиншилиги жоқ. Әдетте екинши шек бириншисинен күшлирек келеди. Екинши шек егер жүдә әпиўайы жағдайларды есапқа алмағанда теорияны тәрийиплейтүгін теңлемелердің дәл шешимлерин бизиң таба алмайтуғынлығымыз бенен байланысly (биз хәтте Ньютонның гравитация теориясындағы үш денениң қозғалыс теңлемесин де дәл шеше алмаймыз, ал денелер саны көбейген сайын теория қурамаласыды, сонлықтан қыйыншылықлар буннан да бетер көбейеди). Бизлер хәзир экстремаллық шараятлардан басқа барлық шараятлардағы затлардың қәсийетлері бағынатуғын ызымларды билемиз. Айырым жағдайларды алып қарағанда да, мысалы, химия менен биологияның тийкарында жатырған ызымларды билемиз. Бирақ усыған қарамастан бул илимлерди шешилген машқалалар қатарына жатқызбаймыз. Биз хәзирше адамның минез-құлқын математикалық теңлемелер жәрдемінде болжаў бойынша ҳеш қандай табысқа жетисе алғанымыз жоқ. Солай етип егер биз тийкарғы ызымлардың толық системасын тапсақ та, бизиң алдымызда жуўық усылларды ислеп шығаўға қаратылған бизиң интеллектимизге шақырық турады. Усындай жуўық болса да усыллардың жәрдемінде биз хақыйқый қурамалы ситуациялардағы мүмкин болған нәтижелерди болжай алған болар едик. Хәзирше толық қарама-қарсылықсыз теория тек ғана биринши қәдем болып есапланады: бизиң тийкарғы мақсетимиз бизиң әтирапымызда болып атырғанлардың барлығын хәм бизиң жасап атырғанымызды толық түсиниў болып табылады.

Жууымақлау

Биз таң қаларлықтай дүньяда жасап атырмыз. Әтирапымызда көринген нәрселердің бәрін де түсінгиміз хәм төмендегидей сорауларды бергиміз келеди: Әлем қалай пайда болған, Әлемде бизлер қандай орынды ийелеймиз, бизлер хәм Әлем қай жерден алынған, неликтен барлық өзгерислер бизлер көрип турғандай болып әмелге асады, ал басқаша емес??? Усындай сорауларға жууап бериу ушын биз дүньяның базы бир картинасын қабыл етемиз. Бириниң үстине бири минип турған тасбақалардан ибарат, ал ең жоқарысындағы тасбақаның үстінде жалпақ жер орналасқан минар да, суперструналар теориясы да усындай картиналардан болыуы мүмкин. Булардың екеуи де Әлемнің теориялары болып табылады, бирақ екіншиси бириншисине қарағанда әдеуир математикалы хәм дәл. Бул теориялардың биреуи де бақлауларда тастыйықланбаған: арқасында бизиң Жеримиз турған гигант тасбақаны хеш ким көрген жоқ, бирақ суперструнаны да хеш ким хеш қашан көрген жоқ. Бирақ тасбақалар моделин жақсы илимий теория деп айта алмаймыз, себеби дүньяның шетине келгенде адамлардың төмен қарай қулап түсиу мүмкиншилигин болжайды. Бундай мүмкиншилик экспериментте тастыйықланбады, сондай-ақ адамлардың Бермуд үш мүйешлигинде жоғалып кетиуиниң себеби бола алмайды.

Әлемди түсиндириудеги хәм тәрийиплеудеги биринши тырысыулар уақыялар менен қубылсыларды адам эмоцияларына ийе хәм адамлардай болып хәрекет ететуғын хәм абсолют болжанбайтуғын рууқлар басқарады деген көз-қарасларға тийкарланған еди. Бул рууқлар тәбияттағы дәрьяларды, тауларды, Қуяш хәм Ай сыяқлы аспан денелерин пайда етти деп түсиндирилди. Олардың кеулин алыу хәм олардың өнимдар топырақ бериуине хәм мәусимлерди өзгертиуине жетисиу керек деп есапланды. Бирақ әсте ақырынлық пенен адамлардың анық нызамлықларды сезиу керек болды: Қудайға қурбанлық шалыныуынан ғәрезсиз Қуяш хәр күни шығыс тәрептен шығады хәм батыс тәрепте батады. Қуяш, Ай хәм планеталар дәл болжаныуы мүмкин болған анық жоллар менен қозғалады екен. Қуяш пенен Айдың Қудай, бирақ қатаң, хеш қандай өзине тән емес өзгерислерге жол қоймайтуғын Қудай болып көриниуи мүмкин еди (тек ғана Иисус Навин ушын Қуяштың пайда болғанлығы хаққындағы легендаларға кеуил бөлмесек).

Дәслеппе нызамлар тек астрономияда хәм бармақ бүгип санағандай айырым жағдайларда табылды. Цивилизацияның рауажланыу барысында, әсиресе соңғы үш жүз жыл ишинде, көп сандағы жаңа нызамлықлар менен нызамлар ашылды. Бул нызамларды табыслы түрде қолланыу XIX әсирдің басында Лапласты илимий детерменизм доктринасына алып келди. Оның мәниси төмендегидей: егер қандай да бир уақыт моментинде Әлемнің халы белгили болса, онда Әлемнің буннан кейинги рауажланыуын дәл анықлайтуғын нызамлардың системасының болыуы керек. Бул детерменизмде усы нызамларды қалай сайлап алыу хаққында хеш нәрсе айтылмады хәм Әлемнің басланғыш халы анықланбады. Усылардың екеуин де шешиу Қудайға қалдырылды. Қудайдың Әлемнің басының қандай болғанлығын хәм оның қандай нызамларға бағынатуғынлығын шешиу керек болды. Бирақ Әлемнің пайда болыуы менен оның араласыуы тоқтады. XIX әсирде Қудай ушын тек илимге түсиниксиз болған областлар ғана қалдырылды.

Бизлер хәзир Лапластың детерменизм хаққындағы әрманларының кеминде оның өзиниң түсингениндей түрде хақыйқый емес екенлигин билемиз. Квант-механикалық анықсызлық принципи бойынша базы бир жуп шамалардың екеуиниң де дәл мәнислерин (мысалы бөлекшениң кеңисликтеги орны менен оның тезлиги) бир уақытта дәл болжау мүмкин емес.

Квантлық механика бундай жағдайларда бөлекшелерди дәл орынларға хәм тезликлерге ийе болмайды, ал толқын түринде болады деп есаплаушы квантлық

теориялардың пүтин бир классына сүйенеди. Бундай квантлық теориялар толқынлардың ўақыт бойынша өзгерисин көрсетеди хәм усындай мәнисте детерменистлик болады. Сонлықтан бир ўақыт моментиндеги толқынның характеристикаларын билиў арқалы басқа бир ўақыт моментиндеги толқынның қандай болатуғынлығын анықлай аламыз. Тосынарлық хәм болжаўдың мүмкин емеслиги Элементлери бөлекшелердің аўхалы хәм тезликлери ҳаққындағы көз-қараслар тийкарында пайда болады. Бирақ, шамасы, бизиң қәтелигимиз усыннан ибарат болады: мүмкин бөлекшелердің ҳеш қандай аўхаллары да, тезликлери де жоқ, ал тек толқынлар бар болатуғын шығар? Атап айтқанда қәтелик толқын түсинигин тырысқан, қатпарланған аўхаллар хәм тезликлер ҳаққындағы түсиниклерге қысып киргизиўге тырысқанлығымызда. Ал пайда болған сәйкесликтің жоқлығы болжаўдың мүмкин емеслигиниң себеби. Солай етип биз илим алдына басқа мәселе қойдық: анықсызлық принципи мүмкиншилик беретуғындай ўақыяларды болжай алатуғын нызамларды табыў. Бирақ бәри бир мынадай сораў жуўапсыз қалады: Не себептен Әлемниң басланғыш ҳаллары менен нызамлары сайлап алынған?

Бул китапта мен гравитация бағынатуғын нызамларға айрықша кеўил бөлдим. Себеби белгили болған күшлердің төрт типиниң ең әззиси болса да гравитациялық күшлердің тәсиринде Әлемниң ири масштаблы қурылысы қәлиплеседи. Гравитацияның нызамлары жақын ўақытларға шекем сақланып келген Әлем ўақытқа байланысly өзгермейди деген көз-қарас пенен үйлеспейди: гравитациялық күшлер барлық ўақытта да тартысыў күшлери болғанлықтан Әлемниң кеңейиўиниң ямаса қысылыўының кереклиги келип шығады. Улыўмалық салыстырмалық теориясы бойынша бурынлары тығызлығы шексиз үлкен ҳал - ўақытты есаплаўдың басы - үлкен партланыўдың болыўы керек. Сол сыяқлы егер барлық Әлем қайтадан коллапсты басынан кеширетуғын болса, онда болажақта тығызлығы шексиз үлкен және бир ҳалдың жүзеге келиўи керек. Буны үлкен қаўсырылыў деп атаймыз хәм бул ўақыттың өтиўиниң ақыры болып табылады. Хәтте Әлемниң екинши коллапсы болмайтұғын болса да, қара қурдымлар пайда болған барлық локалланған барлық областлардан бәри бир сингулярлықлар пайда болады. Қара қурдымға қулап түсиўшилер ушын бул сингулярлықлар ўақыттың ақыры болып табылады. Үлкен партланыў ноқатында хәм барлық сингулярлықларда барлық нызамлар бузылады. Сонлықтан сингулярлықта нениң болғатуғынлығын хәм Әлемниң басының қандай болғанлығын анықлаўда Қудай ушын үлкен сайлап алыў мүмкиншиликлери сақланып қалады.

Шамалап айтқанда квантлық механиканы улыўмалық салыстырмалық теориясы менен бириктиргенде усы ўақытқа шекем белгисиз болған мүмкиншилик пайда болады: кеңислик хәм ўақыт биргеликте сингулярлыққа және шегараларға ийе болмайтұғын, шекли, Жердің бетине уқсас, бирақ өлшемлер саны көп болған төрт өлшемли кеңислик пайда етеди. Усындай қәдемниң жардемінде Әлемниң бақланатуғын қәсийетлериниң көпшилигин түсиндириўге болар еди (мысалы үлкен масштаблардағы бир теклилиги, киши масштаблардағы галактикалар, жулдызлар, хәтте адамлар сыяқлы бир теклиликтен аўытқыўлар). Усындай қәдемниң жәрдемінде хәтте бизлер бақлап жүрген ўақыт тилин де түсиндириўге болар еди. Бирақ егер Әлем толығы менен туйық, сингулярлыққа ийе емес, шегаралары жоқ болса, онда бул жерден Қудайдың Дөретиўши сыпатындағы тутқан орны келип шығады.

Бир ўақытлары Эйнштейн "Әлемди дөретип атырғанда Қудайда қандай таңлап алыў мүмкиншиликлери болған? деп сораў берген. Егер шегаралардың жоқ екенлиги ҳаққындағы болжаў дурыс болатуғын болса Қудайда Әлемниң басланғыш ҳалын сайлап алыўда ҳеш қандай таңлап алыў мүмкиншилиги болмаған. Әлбетте онда Әлем бағынатуғын нызамларды таңлап алыў мүмкиншилиги болған. Бирақ бул нызамлардың саны онша көп емес, қарама-қарсылықсыз хәм Әлемниң нызамларын

изертлей алатуғын хәм Құдайдың мәніси хаққындағы сораўларды бере алатуғын адамзат сыяқлы қурамалы структуралардың пайда болатуғын бирден бир теориялардың саны биреў ямаса бир неше (мысалы гетероток тар теориясы).

Хәтте егер тек ғана бир теория мүмкин болған жағдайда да бул теорияның қағыйдалар менен теңлемелердің жыйнағы екенлигин умытпауымыз керек. Бирақ тиришиликти бул теңлемелерге не киргизеди хәм усы теңлемелер тәрийиплейтуғын Әлемди не пайда етеди? Әдеттегидей жолы математикалық моделди дүзиў болған илим усы модел тәрийиплейтуғын Әлемнің не себепли бар екенлигин хаққындағы сораўға жуўап бере алмайды. Нениң себебинен Әлем барлық қыйыншылықларға хәм қурамалықларға қарамастан жасап атыр? Нениң себебинен бирден бир теория күшли хәм өзи өзиниң реализацияланыў себеби болып табылады? Ямаса оған Дөретиўши керек пе, ал егер керек болса ол Әлемге қандай да бир тәсир жасай ала ма? Хәм оның өзін ким дөреткен?

Хәзирше алымлардың көпшилиги Әлемнің бар екенлигин тәрийиплейтуғын жаңа теорияларды раўажландырыў менен бәнт. Оларға не себептен Әлем бар деген сораўға жуўап бериўге ўақыт жоқ. Жумыслары "не себептен" деп сораў бериўден туратуғын философлар болса илимий теориялардың раўажланыўының изинен қуўып жете алмай атыр. XVIII әсирде философлар барлық адамзат билимин, соның ишинде илимди өзиниң ислери деп есаплады хәм Әлемнің басы болды ма? деген сораўларды талқылаў менен шуғылланды. Бирақ XIX хәм XX әсирлердің есаплаўлары менен математикалық аппараты философлар хәм қәниге емеслердің барлығы ушын дым қурамалы болып кетти. Сонлықтан философлар өзиниң мәселелирин бираз қысты. Бизинң әсиримиздинң ең белгили философы Виттгенштейн усы мәселеде "Философия ушын қалған бирден бир нәрсе тилдинң анализи болып табылады" деди. Аристотельден Кантқа шекемги уллы дәстүрлерге ийе болған философия ушын қандай кемситиў!

Бирақ егер бизлер хақыйқатында да толық теорияны аша алатуғын болсақ, ўақыттың өтиўи менен ол теорияның тийкарғы принциптери тек ғана қәнигелерге емес, ал хәр бир адам ушын түсиникли болады. Бундай жағдайда бизлердинң барлығымыз, философлар, алымлар хәм әдеттегидей адамлар не себепли усындай қубылыслар болды, неликтен бизлер хәм Әлем бар деген сораўларға жуўап бериўге арналған дискуссияларға қатнасыў мүмкиншилигин аламыз. Егер усы сораўға жуўап табылса, онда ол адам ойының триумфы болады хәм бундай жағдайда Құдайдың ойларын бизлер түсинемиз.

Альберт Эйнштейн

Эйнштейннің ядролық қуралға тийкарланған сиясат пенен қандай байланыста болғанлығы жақсы белгили: ол президент Рузвельтке өзиниң белгили хатын жазды. Бул хат Қурама Штатларға аўхалды дурыс баҳалаўға мәжбүрледі. Ал урыстан кейин ол ядролық урыстың алдын алыў бойынша хәрекетке қатнасты. Бул сиясатқа тартылған алымдың өмириниң айырым эпизодлары емес. Өзиниң сөзлери бойынша Эйнштейннің өмири "сиясат пенен теңлемелер арасында өтти".

Эйнштейннің дәслепки сиясый активлиги Биринши дүнья жүзилик урыс ўақтында Берлинде профессор болып ислеп жүргенде пайда болды. Адамлардың өмирлериниң пайдасыз үзилгенлигине қәхәрленген ол антиәскерий демонстрацияларға қатнасты. Оның гражданлық халықты қорғаў бойынша шығып сөйлеўлери, армияға барыўдан бас тартқанларды журтшылықтың алдында қоллап-қуўатлаўи өзиниң кәсиплеслери арасында оның абырайын көтере алмады. Урыстан кейин Эйнштейн өзиниң күшин тәреплердинң жарасыўына, халық аралық қатнастардың жақсыланыўына қаратты. Усындай хәрекетлер де Эйнштейннің адамлар арасындағы абырайын көтермеди хәм бираз ўақыттан кейин оған Қурама

Штатларға барып лекциялар оқыўға қыйын болып қалды.

Эйнштейннің өмириндеги екінши әҳмийетли ис сионизм болды. Келип шығыўы бойынша еврей болса да Эйнштейн Қудайдың Библиялық идеясын бийкарлады. Биринши дүнья жүзилик урыстан бурынғы хәм оннан кейинги кем-кемнен күшейип баратырған антисемитизм толқыны Эйнштейнди еврейлердің жәмәәтине теңлестириўге алып келди хәм ол сионизмнің толық тәрепдарына айланды. Бул жағдайда да белгилигиниң төменлеўи Эйнштейнге өзиниң пикирлерин пашықтан-ашық айтыўда тоқтата алған жоқ. Оның теориясының даңқы көтерилди, хәтте антиэйнштейнлик шөлкем де пайда болды. Бир адам Эйнштейнди өлтириўге шақырғанлығы ушын судқа берилди (хәм барлығы болып алты доллар жәрийма салынған). Бирақ Эйнштейн сабырлылық көрсетти, ал "Эйнштейнге қарсы жүз автор" китабы шыққан ўақытта ол "Егер мениң ислерим дурыс болмағанда биреўи-ақ жеткилики болған болар еди" деп жуўап берди. 1933-жылы мәмлекет басына Гитлер келди. Усы ўақытлары Америкада болған Эйнштейн Германияға қайтпайтуғынлығын дағазалады. Нацистлик әскерлер оның үйин қоршап алғанда, ал оның банктеги есабы конфискацияланғанда Берлинде шығатуғын газеталардың биринде "Жақсы хабарлар - Эйнштейн қайтып келмейди" деген үлкен хәриплер менен жазылған сөзлер пайда болды. Нацистлик қәўетердің ақыбетинде Эйнштейн пацифизмнен узақласты хәм немен алымларының атом бомбасын соғыўынан қорыққанлығынан ақыр-аяғында Қурама Штатларға өзиниң меншикли атом бомбасын дәретиўди усынды. Бирақ бириши атом бомбасының партланыўынан бурын-ақ ол ядролық урыстың қәўиплиги ҳаққында журтшылықты алдын ала ескертти хәм ядролық қуралларды халықаралық қадағалаўды шөлкемлестириўди усынды. Эйнштейннің барлық өмириниң барысындағы оның жарастырыўшылық тырысыўлары оған белгили бир беккем нәтийжелерди бермеди хәм оның досларының санын арттырмады. Бирақ оның сионизмди жақлаў бойынша көпшилик алдындағы шығып сөйлеўлери ылайықлы баҳаланды хәм 1952-жылы оған Израилдың Президенти лаўазымы усынылды. Эйнштейн өзін сиясатта дым наданман деп дағазалап бул лаўазымнан бас тартты. Бирақ бас тартыўдың ҳақыйқый себеби басқа болса керек. Онын және бир цитата келтиремиз: "Мениң ушын теңлемелер әҳмийетлирек, себеби сиясат бүгинги күн ушын, ал теңлемелер мәңгиге керек".

Галилео Галилей

Галилей басқа айырым адамларға қарағанда хәзирги заман илиминиң туўылыўында көбирек жуўапкер. Католик ширкеўи менен болған атақлы бәсекелесиў Галилейдің философиясындағы орайлық орынды ийеледи. Өйткени ол бириншилерден болып дүньяның қурылысын түсиниўге адамда үмит бар деп дағазалады, оннан қала берсе бизиң ҳақыйқый дүньямызды бақлаў арқалы сол түсиниўге жетиў мүмкин деп есаплады. Галилей дәслептен-ақ Коперниктиң теориясына исенди (планеталардың Қуяштың дөгерегинде айланатуғынлығы ҳаққында), бирақ Коперник теориясының дурыслығын тастыйықлағаннан кейин ғана бул ҳаққында көпшиликке айта баслады. Коперник теориясына арналған жумысын ол италия тилинде жазды (сол ўақытлары қабыл етилген академиялық латын тилинде емес) хәм оның көз-қараслары университетлер шеклеринен узақларға тарқалды. Бул Аристотельдің тәлиматын даўам еттириўшилери унамады хәм олар Католик Ширкеўин Коперниктиң тәлиматына қарсы қойып Галилейге қарсы бирлести. Булардан тәсирленген Галилей ширкеўде ислейтуғын абырайлы адамлар менен кеңесиў ушын Римге қарай жол алды. Ол Библияның мақсетлери илимий теорияларды қандай да бир сәўленедириўден ибарат емес, дурыс ақылға қарама-қарсы келген Бибиядағы жазылғанларды аллегория сыпатында қабыл етиў керек деп дағазалады. Бирақ протестантлар менен гүресте кесент бериў мүмкин болған даўдан

қорыққан Ширкеу репрессивлік шаралар көріуге өтті. 1616-жылы Коперниктің тәлиматы "жалған хәм қәте" деп дағазаланды, ал Галилейге бул доктринаға сүйениуге ямаса оны жақлауға мәңги тыйым салынды. Галилей келісім берді.

1623-жылы Галилейдің ески досларының бири Рим Папасы лауазымына сайланды. Галилей дәрхәл 1616-жылғы пәрманның бийкарланыуы ушын хәрекет етті. Ол сәтсизлікке ушырады, бирақ Аристотельдің теориясын да, Коперниктің теориясын да талқылайтуғын кітап жазыуға руқсат алды. Оның алдына еки шәрт қойылды: ол хеш бир тәрепти қабыл етиу хәқықына ийе болған жоқ хәм адам хеш қашан дүньяның қалай қурылғанлығын биле алмайды, себеби Қудай адамның ақылына сыймайтуғын усыллар менен бирдей эффектлерди шақыра алады, адам Қудайдың қудиретине шек қоя алмайды деп есапланды.

Галилейдің "Дүньяның еки бас системасы хәққында диалог" деп аталатуғын кітабы цензураның толық мақуллауында 1632-жылы питти хәм баспадан шықты. Бул кітап пүткил Европада әдебий хәм философиялық айрықша жақсы шығарма сыпатында атап өтилди. Кейин көп узамай папа кітаптың Коперниктің теориясын қоллап-қууатлайтуғынлығын түсинди хәм оны баспадан шығарыуға руқсат бергенлигинен пәнт жеди. Папа цензураның рәсимий руқсатына қарамастан Галилейдің 1616-жылғы пәрманды бузғанлығын дағазалады. Галилей судқа берилди хәм өмириниң ақырына шекем үй қамағына, көпшилик алдында Коперник тәлиматынан ўаз кешиуге хұким етилди. Галилей және де келісімге келиуге мәжбүр болды.

Берілген католик болып қалғанлығына қарамастан Галилей илимнің ғәрезсизлиги хәққындағы исеними алдында тербелмеди. Өлиминен төрт жыл бурын, 1642-жылы ол Голландиядағы баспаға "Еки жаңа илим" деп аталатуғын екінши үлкен кітабының қолжазбасын купыя түрде жиберди. Оның усы кітабы Коперникті қоллағанына қарағанда хәзирги илимнің тууылыуына көбирек себеп болды.

Исаак Ньютон

Исаак Ньютонды жағымлы ямаса жақсы адам деп айтыуға болмайды. Басқа алымлар менен жаман қатнасы ақыбетинде журтқа кеңнен танылды хәм өмириниң кейинги жылларын ол тийкарынан хәр қыйлы урыс-жәнжеллер менен өткерди. Физика бойынша жазылған барлық кітаптар ишиндеги сөзсиз ең тәсирлиси болған "Математикалық баслама" деп аталыушы кітап жарық көргеннен кейин Ньютонның абырайы тезден көтерилди. Ол Король жәмийетиниң президенти болып тайынланды хәм рыңарлық атаққа миясар болған биринши алым болды. Көп ўақыт өтпей ол "Математикалық басламалар" ушын мағлыұматлар берип турған Король астрономы Джон Флэмстид пенен мәлеллесип қалды. Енди ол Ньютонға зәрүрли болған мағлыұматларды бериуди иркинишке түсире баслады. Ньютон болса бул аўхал менен келисе алмады хәм өзи өзін король обсерваториясының басшыларының қатарына қосты хәм кейин нәтийжелердің дәрхәл баспадан шығарыуына еристи. Ақыр-аяғында оған Флэмстидтің жумысын өзлестириудің хәм оны баспадан шығарыу хәққында Флэмстидтің душпаны болған Эдмонд Галлей менен келисиудің сәти түсти. Бирақ Флэмстид исти судқа берди хәм суд урланған жумысты тарқатыуды қадаған етип мәселени оның пайдасына шешти. Бундай шешим Ньютонның қәхәрин келтирди хәм "Басламалардың" кейинги басылымларынан Флэмстидтің жумысларына болған барлық силтеулерди алып таслады.

Буннан да бетер қаттырақ жәнжел Ньютон менен немең философы Готтфрид Лейбниц арасында болып өтті. Ньютон хәм Лейбниц бир биринен ғәрезсиз хәзирги заман физикасының үлкен бөлиминиң тийкары болған дифференциаллық есаплау деп аталатуғын математиканың тарауын раўажландырды. Ньютонның бул есапты Лейбництен бир неше жыл бурын ашқанлығы менен өзиниң нәтийжелерин

Лейбництен кейин жәриялағанлығын биз ҳәзир жақсы билемиз. Кимнің биринши болғанлығы ҳаққында үлкен жәнжел басланды. Алымлар еки таласыўшыны да үлкен ҳәўес пенен жақлады. Ньютонды қорғап жазылған мақалалардың барлығы да Ньютонның өзи тәрәпинен жазылып, оның досларының атынан жәрияланғанлығы жүдә қызық. Талас қатты қызды, бирақ усы жерде Лейбниц Король жәмийетине қарсылықты шешип бериў ҳаққында хабарласып үлкен қәтеликке жол қойды. Усы жәмийеттиң президенти сыпатында Лейбництиң арзасын талқылаў ушын Ньютон "қызығыўшылығы" жоқ "тосыннан" тек ғана Ньютонның досларынан туратуғын комиссия дүзди! Бирақ ис буның менен питкен жоқ; кейин Ньютонның өзи Лейбницти рәсимий түрде плагиатта айыплап комиссияның есабын жазды хәм бул есапты баспадан шығарыўға жәмийетти мәжбүрледи. Буннан да қанаатланбаған Ньютон бул есаптың қысқаша мазмунын ишине алатуғын мақаланы атын көрсетпей Король жәмийетиниң газетасында жәриялады. Лейбниц қайтыс болғаннан кейин Ньютон "Лейбництиң жүрегин жарыўға" сәти түскенликтен үлкен қанаатланыў алдым деп айтқан деген гәп бар.

Усы еки диспут жүрип атырғанда Ньютон Кембриджи де, кафедраны да таслап кетти. Ол дәслеп Кембридж университетинде католик динине қарсы ҳәрекетте тепериш түрде қатнасты. Кейин бундай ҳәрекетте парламентте көзге түсти хәм усының нәтийжесинде хошаметлеў ретинде Король монеталық двoryның сақлаўшысы лаўазымына тайынланды. Бул жерде ол жалған монеталар соғыўшыларға қарсы кең масштаблы илажлар өткерип, өзиниң жаўызлығы менен кекшилигин социаллық жақтан ақлай алды хәм хәтте оларың бир қаншаларын дарға асыўға жиберди.

Терминлер сөзлиги

Ақ иргежейли - Паулидиң қадаған етиў принципине сәйкес электронлар арасындағы ийтерисиў күшиниң пайда болыўының салдарынан тең салмақтықта туратуғын турақлы салқын жулдыз

Аннигиляция - бөлекше менен антибөлекше соқлығысып бир бирин жоқ қылатуғын процесс.

Антибөлекше - материяның ҳәр бир бөлекшесинде антибөлекшеси бар. Олар бир бири менен соқлығысып бир бирин жоқ қылады.

Антроплық принцип - Әлем қандай болса, биз Әлемди сондай етип көремиз, егер ол басқа болғанда бизлер бул жерде болмаған болар едик хәм бизлер бақлай алмас едик.

Арнаўлы салыстырмалық теориясы - Эйнштейнниң теориясы, тийкарғы мәниси еркин түрде қозғалыўшы барлық бақлаўшылар ушын олардың қозғалыс тезлигинен ғәрезсиз илим нызамлары бирдей болады.

Атом - әдеттеги затлардың ең киши бөлекшеси. Атом протонлар менен нейтронлардан туратуғын оғада кишкене ядродан хәм оның дөгерегинде айланып жүретуғын электронлардан турады.

Әззи тәсирлесиў - әззилиги бойынша екинши орында туратуғын төрт тәсирлесиўдиң бири. Жүдә киши тәсир етиў радиусына ийе. Әззи тәсирлесиўде материяның барлық бөлекшелери қатнасады, бирақ тәсирлесиўди алып жүриўши бөлекшелер қатнаспайды.

Бөлекшелерди тезлеткиш - электромагнитлердиң жәрдемінде қозғалыўшы зарядланған бөлекшелерди олардың энергияларын турақлы түрде үлкейтип барыў менен тезлендиретуғын дүзилес.

Бөлекшелик-толқынлық дуализм - бөлекшелер менен толқынлар арасында айырма жоқ деп қаралатуғын квантлық механиканың тийкарында жататуғын көз-

қарас. Бир қатар жағдайларда бөлекшелер толқындай, ал толқынлар бөлекшедей болып көрінеді.

Виртуаллық бөлекше - квантлық механикада - тиккелей регистрациялау мүмкін емес бөлекше, бірақ олардың бар екенлиги өлшеу мүмкін болған эффектлер тийкарында тастыйықланады.

Гамма нурланыу - радиоактивлик ыдырауда ямаса Элементар бөлекшелер соқлығысқанда белинип шығатуғын жүдә киши толқын узынлығына ийе электромагнит нурланыу.

Геодезиялық - еки ноқат арасындағы ең қысқа (ямаса ең узын) жол.

Гравитациялық тәсирлесиу - үлкен тәсир етиу радиусына ийе төрт фундаменталлық тәсирлесиудин ең әззиси. Гравитациялық тәсирлесиуге материяның барлық бөлекшелери қатнасады.

Дәслепки қара қурдым - Әлемнің рауажланыуының ең дәслепки стадияларында пайда болған қара қурдым.

Доплер эффекти - толқын дереги менен бақлаушының бир бирине салыстырғандағы қозғалысының себебинен толқын жийилигиниң өзгериси.

Жақтылық секундасы (жақтылық жылы) - жақтылықтың бир секундта өтетуғын жолының узынлығы (бир жылда).

Жақтылық конусы - кеңислик-уақыттағы бет, бул бет берилген уақыя арқалы өтиуши жақтылық нурларының мүмкін болған бағытларын шеклейди.

Жалацаш сингулярлық - қара қурдымның ишинде жайласпайтуғын кеңислик-уақыттағы сингулярлық.

Жийилик - толқын ушын бир секундтағы толық цикллер саны.

Жормал уақыт - жормал бирликлерде өлшенетуғын уақыт.

Квант - толқынның шығарылыуы ямаса жутылыуы өлшенетуғын ең киши порция.

Квантлық механика - Планктиң квант-механикалық принципи хәм Гейзенбергтиң анықсызлық принципи тийкарында ислеп шығылған теория.

Кварк - күшли тәсирлесиуге қатнасатуғын зарядланған Элементар бөлекше. Протонлар менен нейтронлардың хәр қайсысы үш кварктен турады.

Кеңислик-уақыт - ноқатлары уақыяға сәйкес келетуғын төрт өлшемли кеңислик.

Конфайнмент - адронлар ишиндеги реңли кварклар менен глюонлардың усланып турылыуы, олардан ушып шықпауы.

Координаталар - ноқаттың кеңисликтеги хәм уақыт бойынша ауҳалын анықлайтуғын санлар.

Космослық цензура - жалацаш сингулярлықлардың пайда болыуына мүмкиншилик бермейтуғын болжау.

Космологиялық турақлы - кеңислик-уақыттың кеңейиу тенденциясын алыуы ушын Эйнштейн тәрепинен киргизилген математикалық қосымша шама.

Космология - Әлемди тутасы менен үйренетуғын илим.

Күшли тәсирлесиу - төрт тәсирлесиу арасындағы ең күшли хәм ең қысқа аралықлардан тәсир ететуғын тәсирлесиу. Күшли тәсирлесиудин салдарынан кварклар протонлар менен нейтронлардың ишинде усласып турады, ал протонлар менен нейтронлар бир жерде бирлесип атом ядроларын пайда етеди.

Қара қурдым - кеңислик-уақыттың хәтте жақтылық та шығып кете алмайтуғын областы, себеби қара қурдымда гравитацияның тәсири оғада күшли.

Қызылға ауысу - бизден қашықласыушы жулдыздан шыққан жақтылықтың Доплер эффектине байланысly қызаруы.

Магнит майданы - магнит күшлерин пайда етиуши майдан. Хәзирги уақытлары магнит майданы менен электр майданы электромагнит майданына биригеди.

Майдан - кеңислик пенен уақыттың барлық ноқатларында болатуғын бир нәрсе (бөлекше болса кеңислик пенен уақыттың бир ноқатында жайласады).

Масса - денедеги затлардың муғдары. Денениң инерттилигиниң өлшеми ямаса

оның тезлениуіге қарсылық көрсетіуі дәрежесі.

Микротолқынлық нурланыуы фоны - ең дәслепки ыссы Әлемдеги нурланыуы (реликтив нурланыуы деп атайды). Бундай нурланыуы күшли қызылға ауысқан болып, жақтылық түрінде емес, ал микротолқынлық диапазонда регистрацияланады (толқын ұзындығы сантиметрлерге тең радиотолқынлар).

Нейтрино - тек әззи хәм гравитациялық тәсирлесіуіге қатнасууың жеңил (массасының жоқ болыуы мүмкин) Элементар бөлекше.

Нейтрон - қәсіетлери бойынша протонға жақын заряды жоқ бөлекше. Көпшилик атом ядроларына кириуши бөлекшелердің ярымынан асламын қурайды.

Нейтрон жулдыз - Паули принципине сәйкес нейтронлар арасындағы ийтерисіудің нәтийжесінде жасаушы салқын жулдыз.

Позитрон - электронның антибөлекшесі (оң зарядланған).

Паулидің қадаған етиуі принципі - спинлери $1/2$ ге тең еки бирдей бөлекшелер бир уақытта кеңісліктеги бир аухалға хәм бирдей тезліклерге ийе бола алмайды (анықсызлық принципі беретуғын шеклерде).

Пропорционаллық - "X шамасы Y шамасына пропорционал" деген Y ти бир шамаға көбейткенде X тың да сондай шамаға көбейтуғынлығын билдиреди. "X шамасы Y шамасына кері пропорционал" деген Y ти бир шамаға көбейткенде X шамасының сол санға бөлінетуғынлығын билдиреди.

Планктің квант-механикалық принципі (Планктің нурланыуы нызамы) - жақтылық (ямаса қәлеген классикалық толқын) тек ғана дискрет порциялар - квантлар (жийиликке пропорционал болған энергия) түрінде шығарылады ямаса жутылады деп есаплайды.

Протон - оң зарядланған бөлекше. Көпшилик атомлардың ядроларының шама менен жартысын қурайды.

Радиоактивлік - бир атом ядросының екіншісине өзінен өзі айланыуы.

Салмақ - гравитациялық майдан тәрийипинен денеге тәсир ететуғын күш. Дененің салмағы оның массасына пропорционал, бірақ массаға тең емес.

Сингулярлық - майысқанлығы шексіз болған кеңіслік-уақыттың ноқаты.

Сингулярлық қаққындағы теорема - белгили бир шараятларда сингулярлықтың орын алатуғынлығын, дара жағдайда Әлемнің басының сингулярлық екенлігін дәлиллейтуғын теорема.

Спектр - толқынның (мысалы электромагнит толқынның) жийилик бойынша қураушыларға жиклениуі.

Спин (Брт - айланыуы, дөңгелеуі, тауланыуы) - өзінің меншикли көшери дөгерегінде айланыуына байланысly болған бөлекшенің ишки қәсіyeti.

Старционар хал - уақыттың өтиуі менен өзгермейтуғын хал: турақлы тезлік пенен айланыушы шар стационар халда турады. Себеби айланыуына қарамастан уақыттың хәр бир моментінде бирдей болып көринеди.

Тезлениуі - қандай да бир объектің тезлігінің өзгеріуі тезлігі.

Температураның абсолют ноли - температураның мүмкин болған ең киши шамасы. Абсолют нолде затлар жылылық энергиясына ийе болмайды.

Толқын ұзындығы - толқынның еки қоңысылас өркешлери ямаса ойықлары арасындағы қашықлық.

Уллы бирлесіуі теориясы - электромагнит, әззи хәм күшли тәсирлесіуілерди бирлестиретуғын теория.

Уллы бирлесіуі теориясы энергиясы - энергияның мәнісі, бул энергиядан жоқары энергияларды электромагнит, әззи хәм күшли тәсирлесіуілер арасында айырма болмайды.

Улыұмалық салыстырмалық теориясы - Эйнштейн тәрөпинен дөрөтилген теория. Оның тийкарында қозғалысынан ғәрезсіз барлық бақлаушылар ушын илимнің нызамларының бирдей болыуы керек деген болжау жатады. Бул теорияда

гравитациялық тәсірлесиу төрт өлшемлі кеңіслік-уақыттың иймейіуі менен түсіндириледі.

Үлкен партланыу - Әлем пайда болған моменттегі сингулярлық.

Үлкен қауысырылыу - Әлемнің жасауының ақырғы нокатындағы сингулярлық.

Ұақыя - кеңісліктегі аухалы хәм ұақыт пенен анықланатуғын кеңіслік-уақыттағы нокат.

Ұақыялар горизонты - қара құрдымның шегарасы.

Фаза (толқын ушын) - берілген бир ұақыт моментіндегі циклдағы нокаттың аухалы: нокаттың өркеште, ойықта ямаса олар арасындағы қандай да бир орында жайласатуғынлығының өлшемі.

Фотон - жақтылық кванты.

Черенков нурланыуы - заттағы жақтылықтың таралыу тезлігінен үлкен турақлы тезлік пенен қозғалатуғын зарядланған бөлекшелер тәрөпинен жақтылықтың нурланыуы.

Чандрасекар шеги - турақлы салқын жұлдыздың массасының мүмкін болған максималлық мәнісі. Жұлдыздың массасы бул шектен үлкен болса коллапсланып қара құрдымға айналады.

Шегаралардың жоқлығы шәрті - жормал ұақытта Әлем шеклі, бірақ шегаралары жоқ деп қарайтуғын көз-қарас.

Электр заряды - бөлекшениң қәсіyeti, усы қәсіyetке ийе болатуғынлығының салдарынан бөлекше тап сондай (ямаса қарама-қарсы белгиге ийе) зарядқа ийе болған бөлекшени ийтереди (ямаса тартады).

Электромагнит тәсірлесиу - электр зарядына ийе бөлекшелер арасындағы пайда болатуғын тәсірлесиу, төрт фундаменталлық тәсірлесиудің күші жағынан екіншісі.

Электрон - теріс электр зарядына ийе, атомда ядро дөгерегінде айланыушы бөлекше.

Элементар бөлекше - бөлінбейді деп есапланатуғын бөлекше.

Электрәззи теория энергиясы - энергияның мәнісі (шама менен 100 ГэВ), бул энергиядан жоқары энергияларды электромагнит хәм әззи тәсірлесиулер арасында айырма болмайды.

Энергияның сақланыу нызамы - энергия (ямаса оның массалық эквиваленти) пайда болмайды ямаса жоқ болмайды деп есаплайтуғын илим нызамы.

Ядро - күшлі тәсірлесиудің салдарынан бир бири менен усланып туратуғын протонлар хәм нейтронлардан туратуғын атомның орайлық бөлімі.

Ядролық синтез - еки ядроның соқлығысыуы хәм оннан кейін массасы үлкен ядроға биригиуі.