

МИТИО КАКУ

# ИМКОНСИЗЛИК ФИЗИКАСИ

ЎЗГА ЦИВИЛИЗАЦИЯЛАР ҲАМДА УЧАР ЛИКОПЧАЛАР

ФАЗЕРЛАР ВА ЎЛИМ ЮЛДУЗЛАРИ

ҲИМОЯВИЙ КУЧ МАЙДОНИ

ТЕЛЕПОРТАЦИЯ

КЎРИНМАСЛИК

ТЕЛЕКИНЕЗ

ТЕЛЕПАТИЯ

КЕЛАЖАК  
БАШОРАТЛАРИ

РОБОТЛАР

ЁРУҒЛИКДАН  
ҲАМ ТЕЗРОҚ

ВАҚТЛАР АРО  
САЁҲАТ

АНТИМОДДА  
ВА АНТИБОРЛИҚЛАР

АБАДИЙ ДВИГАТЕЛЛАР

ПАРАЛЛЕЛ БОРЛИҚЛАР



# ИМКОНСИЗЛИК ФИЗИКАСИ



МИТЮ КАКУ



ALIMOFF TEAM BOOKS

*Ушбу китоб, бир гуруҳ зиёли ёшлар томонидан блогер Нурбек Алимовнинг “Alimoff Team – Ёшлар ёшлар учун!” лойиҳаси бўйича ҳолис билим олиш йўлида илк бора ўзбек тилига таржима қилинди. Биз профессионал китобчилар эмасмиз. Камчиликлар учун олдиндан узр сўраймиз. Ушбу таржимани ўқиш учун тарқатишингиз мумкин.*

*Дарслар, презентацияларда ҳам ушбу таржимадан фойдаланишга қарши эмасмиз. Ушбу китоб тайёрланишида ўз ёрдамини аямаган барча инсонларга миннатдорчилигимизни билдирамиз.*

*Янги китобларни <https://t.me/nurbekalimov> Telegram-канали орқали ўқиб боришингиз мумкин.*

Жавоҳирбек Абдуллаевнинг умумий таҳрири остида электрон кўринишда нашрга тайёрланди

Таржимонлар:

Нилуфар Саъдуллаева, Неъматжон Ражабов, Расулбек Раҳимов,  
Малика Нарзуллаева, Моҳина Нурсаидова,  
Бобуршоҳ Йўлдашалиев, Улуғбек Артиков, Аҳроржон Шарипов,  
Дийдор Бердикличев, Дилноза Ахунова,  
Шарофиддин Ҳошимжонов, Камола Фозилова,  
Бунёд Тангриберганов, Эъзоза Қиличова,  
Сирожиддин Юлдошев, Адолат Ўролова, Камола Бекниёзова,  
Рамзбек Ҳамдамов, Жаъфар Очилов, Раимжон Норматов,  
Шаҳноза Наврузова, Шоҳинур Усмонова, Мухлиса Орифжонова,  
Раъно Ҳикматова

Муҳаррир ҳамда мусахҳихлар:

Аслиддин Алимардон, Гули Нигор Авазова,  
Дилафруз Абдинабиева, Дилруҳ Исомиддинова,  
Дилбар Исматуллаева, Жаҳонгир Остонов,  
Отабек Тиллаев, Севара Алижонова

Лойиҳа раҳбари:

Нурбек Алимов

## КИРИШ

*Ғоя агар даставвал абсурд бўлиб туюлмаса,  
демак ундан умид йўқ.  
Алберт Эйнштейн*

Биз қачондир деворларни ошиб ўта оламизми? Ёруғлик тезлигидан-да тезкор фазо кемаларини яратишнинг имкони борми? Фикрни ўқиш мумкинми? Кўзга кўринмас бўлишнинг иложи борми? Буюмларни хаёлот кучи билан жойидан силжита оламизми? Фазо кенглигини бирпасда босиб ўтишнинг имкони-чи?

Бу янғлиғ саволлар болалигимдан бери тинчлик бермайди. Аксарият физиклар каби улғайганим сайин вақт аро саёҳат, нурли қурол, куч майдонлари, параллел Борлиқлар каби тушунчалар мени ўзига ром этганди. Сеҳр, хаёлот, илмий-фантастика – булар тасаввуримдаги улкан ўйин майдони эди. Шундай қилиб, каминанинг имконсиз нарсаларга бўлган қизиқиши ва муҳаббати ана шундай бошланган.

Телевизорда эски “Флэш Гордон” сериалини қандай томоша қилганларим ёдимга тушади. Ҳар шанба куни экранга ёпишиб қоларканман, Флеш, Доктор Зарков ва Дейл Арденларнинг ғаройиб саргузаштларига, уларнинг келажак техникалари – ракеталари, “кўринмас совут”лари, нурли қуроллар ва самодаги шаҳарларига маҳлиё бўлардим. Ҳеч қайси ҳафтани ўтказиб юбормасдим. Бу дастур мен учун бутунлай янги оламни очиб берган. Юрагим ҳаприқар; қачондир ўзга сайёрага саёҳат қилиш ва унинг ҳали номаълум бўлган ҳудудини тадқиқ қилиш ҳақида ўйлардим. Бундай фантастик ғоялар орбитасига ғарқ бўлиш баробарида шуни сезардимки, сериалда намойиш этилган илм-фан ғаройиботлари билан тақдирим чамбарчас боғланган эди.

Шу билан бирга ёлғиз ҳам эмасдим. Кўпчилик атоқли олимлар учун илмий-фантастиканинг таъсирига берилиш илм-фанга нисбатан дастлабки қизиқишни шакллантирган. Дейлик, буюк астроном Эдвин Ҳаббл болалигида Жюл Верн асарларининг мафтунни бўлган. У Верннинг асарларидан шу қадар илҳомланганки, ҳатто отасининг қаршилигига қарамасдан ҳуқуқшунослик борасидаги карьерасига қўл силтаб, фан билан шуғулланишга қарор қилади. Оқибатда XX асрнинг энг буюк астрономи бўлиб етишди. Шунингдек, Эдгар Райс Берроузнинг марслик Жон Картер саргузаштлари ҳақидаги туркум романлари етук астроном ва бестселлер асарлар муаллифи – Карл Саган хаёлотини чулғаб олган эди. У ҳам қачондир Жон Картерга ўхшаб, Марснинг қизил тупроғини ўрганишни орзу қилган.

Алберт Эйнштейн вафот этганида ёш бола эдим, одамлар унинг ҳаёти ва ўлими ҳақида ичкин оҳангда гапирганини эслайман. Эртаси куни эса

газета саҳифасида олимнинг тугалланмаган энг буюк ишига алоқадор қўлёзмалар сочилиб ётган стол расми босилди. Шунда ўзимга савол бердим: бу қандай муҳим нарса эдики, замонамизнинг энг буюк олими уни тугаллашга улгурмаган бўлса? Мақолада айтилишича, Эйнштейнда ушалмайдиган орзу, шу қадар мушкул муаммо бўлганки, марҳум уни ҳал қилиш имкониятига эга бўлмаган. Йиллар ўтиб ниҳоят ўша тугалланмаган қўлёзма нима ҳақида эканидан хабар топдим: улуғвор, ҳамма нарсани ўзида мужассамлаштирган – “Борлиқ назарияси”. Умрининг сўнгги 30 йили бағишланган Эйнштейн орзуси диққатим ва тасаввуримни жамлашда ёрдам берди. Мен Эйнштейннинг иши – физиканинг барча қонунларини ягона таълимотга бирлаштиришда – қисман бўлса ҳам иштирок этишни истардим.

Улғайганим сайин тушуниб етдимки, гарчи Флэш Гордон асосий қаҳрамон бўлса ҳам, унинг ҳар доим севган қизига эришишига гувоҳ бўлсам ҳам, ягона шахс – олим бўлмаганида бу сериал ҳам, қаҳрамонлар ҳам мавжуд бўла олмасди. Доктор Зарковсиз, на ракета кемалар, на Монгога саёҳатлар ва на Ерни қутқаришлар бўларди. Қаҳрамонлик ўз йўлига, аммо фанларсиз илмий-фантастика ҳам юзага келмайди.

Ниҳоят англаб етдимки, фан нуқтаи назаридан ушбу эртақлар шунчаки имконсизлик, хаёлотга берилиш эди. Камолот бундай хаёлотларни бир чеккага суриб қўйиш кераклигини уқтирди. Менга кўп маротаба реал ҳаётда имконсизликдан воз кечиш ва амалда борини қабул қилиш зарурлигини айтишди.

Бироқ, имконсизликка нисбатан иштиёқимни сўндирмаслигимга бирдан-бир калит – физика, деган қарорга келдим. Пухта физик билимларсиз келажак технологиялари амалга ошадими ёки йўқми, бунини тушунмасдан туриб фақат тахмин қилиб юрган бўлардим. Бор диққатимни олий математика ва назарий физикага қаратишим шартлигини англадим. Шундай қилдим ҳам.

Мактабнинг юқори синфида ўқиганимда ёшлар учун илмий тақдимот лойиҳаси доирасида онамнинг гаражида тезлаткич йиғдим. Аввал Westinghouse фирмасига бориб, у ердан 400 фунт ўлчамдаги трансформатор пўлатидан кесма олиб келдим. Янги йил таътили палласи мактаб футбол майдончасини 22 миля узунликдаги мис сим билан ўраб чиқдим. Шундай қилиб, 6 киловатт (уйимиздан олса бўладиган жами электр қуввати) ток билан қувватланувчи 2,3 миллион электрон-волтли заррачалар тезлаткичини (бетатрон) ясадим ва Ернинг магнит майдони кучидан 20 000 марта катта бўлган магнит майдон ҳосил қилдим. Мақсадим антимодалда яратишга етарли бўлган гамма нурлар тутамини ҳосил қилиш эди.

Мактабдаги бу лойиҳам мени Миллий фан кўргазмасига етаклади ва ниҳоят Гарвард стипендиясини қўлга киритиш орзуимнинг ушалишига

туртки бўлди. Мақсадга эриша олдим: йўлчи юлдузим – Алберт Эйнштейн изидан бориб, назариётчи-физик бўлиб етишдим.

Бугунги кунда сценарийстлар ва ёзувчи-фантастлардан электрон хатлар олиб тураман, улар мендан ўз ҳикоялари физика қонунларидан четга чиқмаслигига ойдинлик киритишда ёрдам сўраб мурожаат қилишади.

## “ИМКОНСИЗЛИК” НИСБИЙ ТУШУНЧА

Физик олим сифатида шунга амин бўлдимки, “имконсизлик” кўпинча нисбий тушунча. Болалигим хотиротига қайтсам, бир куни ўқитувчимиз деворга осилган дунё харитасининг ёнига келди ва Жанубий Америка ҳамда Жанубий Африка қирғоқларини кўрсатиб: “Ғайритабиий мослик, шундай эмасми? – сўради, – икки қирғоқ худди бошқотирманинг мос келувчи бўлакларига ўхшайди. Баъзи олимлар улар қачонлардир битта улкан қитъанинг қисмлари бўлган, деб тахмин қилишади. Аммо бу бемаънилик. Иккита гигант қитъани бир-биридан ажратиб қўя оладиган ҳеч қандай куч йўқ. Бу имконсиз, ҳатто ўйлашга ҳам арзимади” – хулоса қилди у.

Кейинроқ биз динозаврларни ўргандик. “Ғаройиб, шунақами? – деди ўқитувчи, – миллион йиллар илгари динозаврлар Ер юзида ҳукмронлик қилишган ва кун келиб, бир зумда ғойиб бўлишган. Нега уларнинг ҳаммаси қирилиб кетганини ҳеч ким билмайди. Баъзи палеонтологлар осмондан тушган улкан метеорит динозаврларни нобуд қилган, деб ҳисоблайдилар, лекин бу имконсиз, илмий-фантастиканинг ўзгинаси”.

Ҳозирги кунда биз тектоник плиталар орқали қитъалар ҳақиқатан ҳаракатланишини ва 65 миллион йиллар илгари 6 миля (10 километр) ўлчамдаги гигант метеорит чиндан ҳам динозаврларни ва Ер юзидаги бошқа кўплаб тирик мавжудотларни йўқ қилиб юборганини биламиз. Умрим давомида илгари имконсиз, деб ҳисоблаб келинган нарсалар кун келиб асосланган илмий фактга айланганига қайта-қайта гувоҳ бўлдим. Қачондир биз ўзимизни бир жойдан иккинчи жойга телепортация қилишимиз ёки биздан бир неча ёруғлик йилларига йироқда бўлган юлдузларга олиб бориш имконига эга фазо кемаларини ярата олишимиз имконсизмикин?

Ҳозирда бундай улкан ютуқлар физиклар томонидан имконсиз, дея баҳоланади. Аммо бир неча аср ўтиб улар амалга ошиши мумкинми? Ёхуд технологияларимиз жуда тараққий этган 10 минг йиллардан кейинги даврда содир бўлар? Балки миллион йиллардир? Бошқача айтганда, ўзимизникидан миллион йиллар илгарилаб кетган цивилизацияга дуч келганимизда эди, балки уларнинг ҳар куни фойдаланадиган технологиялари бизга “мўъжиза” бўлиб туюлган бўлармиди? Бу, ўз аҳамияти ўлароқ, эътиборингизга ҳавола қилинаётган китобда марказий ўринда турувчи саволлардан биридир: бугун қандайдир “имконсиз” нарса асрлар ёки миллион йиллар мобайнида ҳам имконсиз бўлиб қолаверадими?

Сўнгги юз йилликда илм-фандаги юксак тараққиёт, айниқса, квант назарияси ва умумий нисбийлик назарияларининг яратилиши натижасида ҳозирда биз бундай фантастик технологиялар қачондир бўлса ҳам амалга ошишини тахминий баҳолай оламиз. Торлар назарияси каби янада илғор

назарияларнинг пайдо бўлиши билан, ҳатто вақтлар аро саёҳат ва параллел Борлиқлар ҳақидаги илмий-фантастик ғоялар ҳозирда физиклар томонидан қайта кўриб чиқилмоқда. Ўйлаб кўрсак, бундан 150 йил илгари ўша давр олимлари томонидан “имконсиз” деб тан олинган техника имкониятлари ҳозирги кундалик ҳаётимизнинг ажралмас қисмига айланиб улгурган. Жюль Верн 1863 йилда “Париж XX асрда” номли роман ёзган. У яшириб қўйилганича қолиб кетган ва унутиб юборилган. Орадан 100 йилдан ортиқ вақт ўтиб асарни ёзувчининг эвараси тасодифан топиб олган ва 1994 йилда чоп эттирган. Бу асарда Верн 1960 йилда Париж қандай кўринишда бўлишини тасаввур қилиб кўрган. Унинг романи XIX асрда батамом имконсиз, деб ҳисобланувчи факс машиналари, халқаро алоқа тармоғи, шишали осмонўпар бинолар, газда юривчи автомобиллар ва осма йўлларда ҳаракатланувчи юқори тезликдаги поездлар каби технологиялар билан тўла эди.

Жюль Верннинг шундай ҳайратомуз аниқликдаги башоратларидан таажжубланишга ҳожат йўқ. Негаки, у бутун умри илм-фан қуршовида ўтган ва ўз атрофидаги олимлар нималар ҳақида ўйлаётганликларидан яхшигина хабардор ёзувчи эди. Илм-фан асосларини чуқур англаш ёзувчига шундай ҳайратланарли башоратлар қилиш имконини берган.

Афсусланарлиси, XIX асрдаги кўпчилик етук олимлар қарама-қарши позиция тарафдори бўлишган ва ўша пайтда ҳали номаълум бўлган бир қанча технологияларни ихтиро қилиш имконсиз, дея эътироф этишган. Викториан даврининг, эҳтимол, энг етакчи физикларидан бири бўлган Лорд Келвин (у Вестминстер аббатлигида Исаак Нютонга ёнма-ён дафн этилган) “ҳаводан оғирроқ” ҳар қандай қурилмани, масалан, ҳаво кемасини яратишнинг имкони йўқ, деб ҳисоблаган. У рентген нурларини фирибгарлик атаган ва радионинг келажаги йўқлигини эътироф этган. Атом ядросини кашф этган Лорд Резерфорд атом бомбасини яратиш мумкинлигини инкор қилган ва унга нисбатан ҳар қандай уринишларни “аксдаги жилва нурни тутишга қаратилган беҳуда ҳаракат”га қиёслаган. XIX аср кимёгарлари маҳак тоши – кўрғошинни олтинга айлантирадиган афсонавий моддани излаш илмий жиҳатдан боши берк кўча, дея эътироф этдилар. Бу асрда кимё кўрғошин каби элементларнинг ўзгармаслиги принципларига асосланган эди. Аммо, амалий жиҳатдан, ҳозирги кунда биз қувватли тезлаткичлар ёрдамида кўрғошинни олтинга айлантира оламиз. Тасаввур қилинг, бугун фойдаланадиган телевидение, компьютерлар ва интернет XX асргача қандай фантастика бўлиб туюлган!

Қора туйнуклар яқин кунларгача илмий-фантастика, деб ҳисобланган. Эйнштейн 1939 йилда ёзган мақоласида қора туйнуклар ҳеч қачон мавжуд бўла олмаслигини “исботлаган”. Аммо “Ҳаббл” космик телескопи ва “Чандра” рентген телескопи ёрдамида космосда аллақачон минглаб қора туйнуклар аниқланди.



Бундай технологияларнинг “имконсиз” дея баҳоланишига сабаб олимлар XIX аср охири ва XX аср бошларида илм-фан ва физиканинг яна кўплаб фундаментал қонунларидан бохабар бўлишмаган. Ўша пайтларда фанни, айниқса, атом даражасида тушуниб етишдаги улкан бўшлиқларни ҳисобга олсак, биз юқорида тилга олган ютуқларни олимлар имконсиз дейишгани бежиз эмас.

## ИМКОНСИЗЛИКНИ НЕГА ЎРГАНИШ КЕРАК?

Қанчалик ғайритабий туюлмасин, имконсиз нарсаларни тадқиқ қилиш кўп ҳолларда фаннинг имкониятларга бой ва тамомила кутилмаган тармоқларининг кашф этилишига туртки бўлади. Мисол учун, кўп асрлардан бери “абადий двигател”ни ихтиро қилишга қаратилган умидсиз ва беҳуда уринишлар физикларнинг бундай қурилмани яратиш имконсиз, деган хулосага келишларига сабаб бўлган ва улар шунинг оқибатида энергиянинг сақланиш қонуни ва термодинамиканинг учта қонунини яратдилар. Шу йўсинда абადий двигател яратишга қаратилган беҳуда уринишлар бутунлай янги соҳа бўлган, буғ машинаси яратилиши, машиналар эраси ва замонавий саноатлашган жамият асосида ётган термодинамиканинг кашф этилишига туртки бўлди.

XIX аср охирида олимлар Ер сайёрасининг ёши миллиард йилларга етиши мумкин эмас, бу шунчаки имконсиз, деб ҳисоблашган. Ернинг ёши бир неча миллиард йилларни ташкил этиши мумкинлигини тахмин қилган ўша вақтдаги геологлар ва дарвиниан биологларига қарши қатъий равишда фикр билдириб, ҳозирги Ер 20-40 миллион йиллар ичида совиган, дея баён қилган. Охир-оқибат, “имконсизлик” аслида имконсиз эмаслиги, яъни Кюри хоним ва бошқалар томонидан кашф этилган ядро кучлари Ер ядросини радиоактив парчаланиш эвазига миллиард йиллар эриган ҳолатда сақлаб тура олиши исботланди.

Имконсизликни рад этиш ўз зараримизга ишлайди. 1920-1930 йилларда замонавий ракетасозлик асосчиси Роберт Годдард “ракеталар ҳеч қачон олис фазога учиб кета олмайди” деб ҳисобловчилар томонидан кескин танқидга учраган. Унинг уринишларини истехзо билан “Годдарднинг телбалиги” деб аташган. 1921 йилда New York Times журналининг муҳаррирлари доктор Годдарднинг ишини масхара қилишган: “Профессор Годдард ҳаракат ва қаршилиқ кучи ўртасидаги муносабат ҳақида билимга эга эмас ва қаршилиқ кучини енгиб ўтиш учун вакуумдан ҳам яхшироқ нимадир зарур эканлигини тушунмайди. Афтидан, унда мактабларда ҳар доим ўргатиладиган оддий билимлар етишмайди”. Ракеталар бўлиши ҳам мумкин эмас, чунки космосда ҳаво йўқ, демак, ундан итарилиб ҳаракатланиш ҳам имконсиз, дея хитоб қилишди, улар. Афсуски, Годдарднинг “имконсиз” ракеталари келажагини фақат битта давлат раҳнамоси тушуна олди – Адолф Гитлер. II жаҳон уруши вақтида Германиянинг “имконсиз” илғор V-2 (Фау-2) ракеталари ёмғири Лондонга ўлим ҳамда вайронгарчилик ёғдирди ва шаҳарни тиз чўктираёзди.

Имконсизликни ўрганиш жаҳон тарихида воқеалар ривожини ҳам ўзгартириб юбора олди. 1930-йилларда атом бомбасини яратиш “имконсиз” деб қатъий ишонишган. Ҳатто Эйнштейн ҳам шу фикрда бўлган. Эйнштейннинг  $E = mc^2$  тенгламасига асосланиб, олимлар атом ядроси

ичида ўта катта миқдорда энергия тўпланганлигидан хабардор эдилар, аммо биттагина ядродан ажралиб чиққан энергия, ҳатто ўйлаб кўришга ҳам арзимайдиган даражада кичик, деб ҳисоблардилар. Бироқ атом физиги Лео Силарднинг ўзи ўқиган Герберт Уэллснинг “Халос бўлган дунё” (1914 йил) романида атом бомбасининг яратилиши башорат қилингани ёдида қолган эди. Китобда Уэллс 1933 йилда қайсидир физик олим атом бомбаси сирининг тагига етишини тилга олади. Ажойиб тасодифга кўра, Силард 1932 йилда бу китобга дуч келиб қолади. Романдан таъсирланиб, 20 йиллар илгари Уэллс томонидан мутлақо аниқ башорат қилингани каби, олим битта атомнинг қувватини занжир реакциялари ёрдамида катталаштириш мумкин, шу йўл билан ягона уран ядросининг парчаланишидан чиққан энергияни триллионлаб марта кўпайтирса бўлади, деган тўхтамга келади. Шундан сўнг, Силард бир нечта муҳим тажрибалар ўтказди ва Эйнштейн ҳамда президент Франклин Рузвельтлар билан яширин ёзишмалар олиб борди. Бу суҳбатлар Манхеттен лойиҳаси, дея аталди ва атом бомбаси яратилди.

Имконсизликни ўрганиш янги қирраларни бутунлай очишига, инсониятнинг физика ва кимё соҳаларидаги билимлари чегараларини кенгайтиришига ва олимларни уларнинг ўзлари “имконсиз” дея атаган тушунчаларни қайта кўриб чиқишга ундашига қайта-қайта гувоҳ бўлмоқдамиз. Жаноб Уилям Ослер айтганидек: “Бир асрнинг фалсафаси кейинги асрга ўтиб абсурдга айланади, кечаги нодонлик эртанги доноликдир”.

Кўпчилик физиклар Т.Х. Уайтнинг “Ўтмиш ва келажак ҳукмдори” эпопеясида тилга олинган бир ҳикматли иборага эргашадилар: “Тақиқланмаган ҳар қандай нарса муқаррардир!” Физикада биз бунинг исботига ҳар доим дуч келамиз. Қандайдир янги ҳодисани ошкора тақиқловчи бирор бир физика қонуни бўлмаса, бу ҳодисанинг мавжудлиги охир-оқибатда бизга аён бўлади. (Янги субатом заррачаларни излаш жараёнида бундай ҳолат бир неча бора юз берган. Тақиқланган чекланишларни кесиб ўтишга уриниш эвазига кўпинча физиклар тасодифан янги физика қонунларини кашф этганлар.) Т.Х. Уайтнинг тасдиғидан яна бир ўринли хулоса қилиш мумкин: “Имконсиз бўлмаган ҳар қандай нарса муқаррардир!”

Мисол учун, космолог Стивен Ҳоккинг вақтлар аро саёҳатни тақиқловчи янги физика қонуни – ўзи номлаган “хронологиянинг сақланиши гипотезаси”ни топиш орқали вақтлар аро саёҳат имконсиз эканини исботламоқчи бўлган. Афсуски, узоқ йиллик қаттиқ саъй-ҳаракатлардан кейин ҳам олим бу қонунни исботлай олмаган. Аксинча, яқиндагина физиклар вақтлар аро саёҳатни тақиқлаши мумкин бўлган қонун ҳозирги математика чегарасидан ташқарида эканини эътироф этишди. Бугун, вақт машинаси мавжуд бўла олмаслигини исботловчи қонун бўлмаганлиги

туфайли, физиклар бу имкониятни жиддий тарзда қайта кўриб чиқишларига тўғри келмоқда.

Шундай қилиб, бу китобнинг мақсади – ҳозирда “имконсиз” деб ҳисобланувчи, аммо бир неча ўн ёки юз йиллар ўтиб одатий ҳолга айланиб қолиши мумкин бўлган технологиялар ҳақида фикр юритиш ҳисобланади.

“Имконсиз” деб ҳисобланган технологиялардан бирининг аслида яратиш имкони борлиги ҳозир аллақачон исботланмоқда: гап телепортация ҳақида кетяпти (ҳеч бўлмаганда атомлар даражасида). Ҳатто, бир неча йил илгари физиклар буюмни фазонинг бир нуқтасидан иккинчисига бир лаҳзада ўтказиб қўйиш квант физикаси қонунларига тўғри келмаслигини айтишган. “Самовий йўл” (Star Trek) сериали биринчи қисми сценарийси муаллифлари телепортация қилувчи қурилмалар ишлашини таъминловчи ва уларни физика қонунлари билан боғлаб турувчи қандайдир “Гейзенберг компенсаторлари”ни сюжетга қўшганлари сабабли физиклар томонидан аччиқ танқидга учраган. Бироқ бугунги кунда яқин орада қилинган инқилобий кашфиёт шарофати билан олимлар атомларни хонанинг бир бурчагидан нариги томонига ёки фотонларни Дунай дарёсининг у қирғоғидан, бу қирғоғига телепортация қила оладилар.

## НЕГА КЕЛАЖАКНИ БАШОРАТ ҚИЛИШ КЕРАК?

Келажакни олдиндан айтиш ҳар доим анчайин хавфли, айниқса, гап биздан юзлаб ёки минглаб йиллар олдиндаги вақт ҳақида кетса. Физик Нилс Бор бир фикрни айтишни ёқтирарди: “Башоратлар қилиш жуда мушкул. Айниқса, келажак ҳақида”. Аммо Жюл Верн замони билан ҳозирги замон ўртасида катта фарқ мавжуд. Бугунги кунда бизга физика фундаментал қонунларининг асосий қисми тушунарли. Физиклар ҳозирда объектларга тегишли бўлган, протоннинг ички тузилишидан тортиб токи кенгайиб турган Борлиққача 43 та ўзгариб турган катталиклар тартибини бошқариб турган асосий физика қонунларини яхши тушунадилар. Натижада, олимлар нисбатан онгли даражадаги ишонч билан келажак технологияларини тахминий тасаввур қилиш борасида фикр юрита олади ва уларни тасаввурга сиғмайдиган ёки ҳақиқатан ҳам имконсиз бўлган технологиялардан ажрата билади.

Шунга асосланиб, ушбу китобда “имконсизлик”ларни 3 гуруҳга ажратдим.

Биринчиларини **I даражали имконсизликлар** атадим. Булар – айна чоғда имконсиз бўлган, аммо амалдаги физика қонунларини бузмайдиган технологиялар. Улар жорий асрда ёки кейингисида ўзгарган шаклда рўёб топиши мумкин. Уларга телепортация, антимодда двигателлари, телепатиянинг бир неча шакллари, телекинез ва кўринмаслик киради.

Иккинчи гуруҳни **II даражали имконсизликлар** дея номладим. Булар бизнинг физик олам ҳақидаги тасаввурларимизнинг энг пучмоқ қиррасида турадиган технологиялар. Башарти уларнинг амалга ошиш эҳтимоли, умуман, бўлса, бу ўн мингйилликдан токи миллион йилларгача бўлган муддат ичида юз бериши мумкин. Булар вақт машиналари, гиперфазовий саёҳатлар ҳамда вақт ва фазо оралиғидаги саёҳатларни ўз ичига олади.

Сўнгги гуруҳ – **III даражали имконсизликлар**. Булар бизга маълум бўлган физика қонуниятларини бузадиган технологиялар. Ажабланарлиси, бу гуруҳга жуда кам технологиялар мисол бўлади. Агар қачондир уларнинг амалга ошиш имкони бўлса, ўшанда бу рўёб бизнинг физик тасаввурларимизни фундаментал равишда ўзгартириб юборади.

Менимча, бу классификациянинг ўзига хос маъноси бор, негаки илмий-фантастикадаги кўпчилик технологиялар олимлар томонидан бутунлай имконсиз сифатида инкор этилади, аммо аслида улар биз каби ибтидоий шаклдаги цивилизациялар учун имконсиз. Масалан, ерга ўзга сайёраликларнинг ташриф буюришини юлдузлар орасидаги жуда катта масофа туфайли имконсиз, деб ҳисоблайдилар. Биз учун юлдузлараро саёҳат имконсиз бўлган бир пайтда, биздан юзлаб, минглаб ёки миллионлаб йиллар илгарилаб кетган цивилизацияларда бу имконият бўлиши мумкин. Шу боис бундай “имконсизликлар”ни гуруҳларга ажратиш

жуда муҳим. Айни цивилизациямиз учун имконсиз бўлган технологиялар ҳар доим ҳам бошқа турдаги цивилизациялар учун имконсиз бўлмаслиги мумкин. Имконият даражасидаги ва имконсиз технологияларни тавсифловчи ҳар қандай изоҳ, ҳар қайси цивилизация ўн минг ёки миллион йиллар ичида олға ривожланишини ҳисобга олиши зарур.

Бир пайтлар Карл Саган шундай ёзган: “Цивилизация учун миллион йил нимани англатади? Биз атиги бир неча ўн йиллик ичида радиотелескоплар ва фазо кемаларига эга бўлдик; техник тараққиётимиз бир неча юз йил ёшда... Миллион ёшдаги тараққий этган цивилизация эса биздан, худди биз лемурдан ёки макака жониворларидан ривожланишда илгарилаб кетганимиз каби юксак даражада одимлаб кетган цивилизациядир.”

Касбий фаолиятимдаги тадқиқотларда Эйнштейннинг орзуси бўлган “Борлиқ назарияси”ни тугаллашга диққат қаратаман. Менга бундай “яқунловчи назария” устида ишлаш ёқади, чунки у ҳозирда илм-фанда жавоб топиш “имконсиз” бўлган энг қийин саволлардан баъзиларига, яъни вақтлар аро саёҳат қилиш мумкинми, қора туйнук марказида нима жойлашган, Катта портлашдан аввал нималар юз берган қабилдаги саволларга мутлақо тўлиқ жавоб топиши мумкин. Мен ҳар доимгидек ўзимнинг имконсизлик ҳақидаги бир умрлик орзуларим билан яшайман ва кўпинча айрим нарсалар вақти келиб ўзгариши ва кундалик ҳаётимизнинг бир бўлагига айланиши ҳақида ўйлаб қоламан.

## МИННАТДОРЛИК

Мазкур китобдаги материаллар кўпчилик жабҳалар ва фан соҳаларини ҳамда аксарият етук олимларнинг қарашларини ўз ичига қамраб олган.

Мен қуйидаги инсонларга беминнат вақтларини аямай, узоқ интервьюларда иштирок этганликлари, консультациялари ҳамда қизиқарли суҳбатлари учун ўзимнинг самимий миннатдорлигимни билдираман:

**Леон Ледерман**, Нобель мукофоти лауреати, Иллиноис технология институти;

**Мюррей Гелл-Манн**, Нобель мукофоти лауреати, Санта-Фе ва Калтех институти;

**Мархум Генри Кендалл**, Нобель мукофоти лауреати, МТИ (Массачусеттс технология институти);

**Стивен Вайнберг**, Нобель мукофоти лауреати, Остиндаги Техас университети;

**Девид Гросс**, Нобель мукофоти лауреати, Кавли назарий физика институти;

**Френк Вилчек**, Нобель мукофоти лауреати, МТИ (Массачусеттс технология институти);

**Жозеф Ротблат**, Нобель мукофоти лауреати, Муқаддас Варфоломей шифохонаси;

**Уолтер Гилберт**, Нобель мукофоти лауреати, Гарвард университети;

**Жералд Эделман**, Нобель мукофоти лауреати, Скриппс тадқиқот институти;

**Питер Догерти**, Нобель мукофоти лауреати, Муқаддас Иуда болалар тадқиқот шифохонаси;

**Жаред Даймонд**, Пулицер мукофоти лауреати, Лос-Анжелесдаги Калифорния университети;

**Стен Ли**, “Марвел” ва “Ўргимчак одам” комикслари муаллифи;

**Браян Грин**, Колумбия университети, “Виқорли Борлиқ” китоби муаллифи;

**Лайза Рендалл**, Гарвард университети, “Эгилган йўллар” китоби муаллифи;

**Лоренс Краусс**, Кейз – Вестерн университети, “Самовий йўлдаги физика” китоби муаллифи;

**Ричард Готт III**, Принстон университети, “Эйнштейн Борлиғида вақтлар аро саёҳат” китоби муаллифи;

**Алан Гут**, физик, МТИ, “Инфляция Борлиқ” китоби муаллифи;

**Жон Барроу**, физик, Кембридж университети, “Имконсизлик” китоби муаллифи;

**Пол Девис**, физик, “Ғайритабиий куч” китоби муаллифи;

Леонард Зусскинд, физик, Стенфорд университети;  
Жозеф Ликкен, физик, Ферми номидаги миллий лаборатория;  
Марвин Мински, МТИ, “Ақллилар жамияти” китоби муаллифи;  
Рей Куртсвейл, ихтирочи, “Жонли машиналар эраси” китоби муаллифи;  
Родни Брукс, МТИ сунъий идрок лабораторияси директори;  
Ганс Моравек, “Робот” китоби муаллифи;  
Кен Кросвелл, астроном, “Улуғвор Борлиқ” китоби муаллифи;  
Дон Голдсмит, астроном, “Тутқич бермас Борлиқ” китоби муаллифи;  
Нейл де Грассе Тайсон, Ҳейден планетарияси директори, Нью Йорк;  
Роберт Киршнер, астроном, Гарвард университети;  
Фулвиа Мелиа, астроном, Аризона университети;  
Сер Мартин Рис, Кембриж университети, “Ибтидодан аввал” китоби муаллифи;  
Майкл Браун, астроном, Калтех;  
Пол Гилстер, “Центавр ҳақида орзулар” китоби муаллифи;  
Майкл Лемоник, Time журнали катта илмий муҳаррири;  
Тимоти Феррис, Калифорния университети, “Сомон йўлига етиш даври” китоби муаллифи;  
Мархум Тед Тейлор, Америка ядро қуроли жанговар каллак қисми яратувчиси;  
Фримен Дайсон, Илғор тадқиқотлар институти, Принстон;  
Жон Ҳорган, Стивенс технология институти, “Фаннинг интиҳоси” китоби муаллифи;  
Мархум Карл Саган, Корнелл университети, “Космос” китоби муаллифи;  
Энн Друян, Карла Саганнинг рафиқаси, Cosmos Studios;  
Питер Швартс, футурист, Global Business Network асосчиси;  
Элвин Тоффлер, футурист, “Учинчи тўлқин” китоби муаллифи;  
Девид Гудстейн, Калтех институти проректори ёрдамчиси;  
Сет Ллойд, МТИ, “Борлиқни дастурлаштириш” китоби муаллифи;  
Фред Уотсон, астроном, “Юлдузшунос” китоби муаллифи;  
Саймон Сингх, “Катта портлаш” китоби муаллифи;  
Сет Шостак, SETI институти;  
Жорж Жонсон, New York Times илмий шарҳловчиси;  
Жеффри Ҳоффман, МТИ, NASA астронавти;  
Том Жоунз, НАСА астронавти;  
Алан Лайтман, МТИ, “Эйнштейннинг орзулари” китоби муаллифи;  
Роберт Зубрин, Марс жамияти асосчиси;  
Донна Ширли, Марс тадқиқот дастури, NASA;  
Жон Пайк, GlobalSecurity.org;  
Пол Саффо, футурист, Келажак институти;  
Луис Фридман, Сайёралар жамияти таъсисчиларидан бири;



**Дениел Вертхеймер**, SETI@home, Берклидаги Калифорния университети;

**Роберт Зиммерман**, “Ерни тарк этиб” китоби муаллифи;

**Марша Братусяк**, “Эйнштейннинг туганмас симфонияси” китоби муаллифи;

**Майкл Соломон**, “Эйнштейндан сўнг” дастури, NASA;

**Жефф Андерсен**, АҚШ Ҳарбий ҳаво кучлари академияси, “Телескоп” китоби муаллифи.

Шунингдек, мен бир неча йил мобайнида китобларим билан шуғулланишда ёрдам берган агентим **Стюарт Кричевскига**, китобларимга таҳрир тиғи теккизган, холисона баҳолаган ва муҳаррирлик тажрибаси сингган муҳаррир **Роджер Шоллга** самимий ташаккурларимни изҳор этаман. Бундан ташқари New York City коллежидаги ва Нью Йорк шаҳри университети аспирантурасидаги ҳамкасабаларимга, айниқса, суҳбатимиз учун вақтини аямаган **В.П. Наир** ва **Ден Гринбергерга** чуқур миннатдорлик билдираман.

# ЎЎЎЎЎЎ

## Ў ДАРАЖАЎЎ ЎЎЎЎЎЎЎЎЎЎЎ

### Ў

## ЎЎЎЎЎЎЎЎЎЎЎ

*Ў. Агар таниқли, аммо кекса олим бирор ҳодисанинг эҳтимоли мавжудлигини айтса, у шубҳасиз ҳақ. Агар у бирор ҳодисанинг эҳтимоли мавжуд эмаслигини таъкидласа, у катта эҳтимол билан, адашяпти.*

*Ў. Ўмконият чегараларини аниқлашнинг ягона йўли – бу имконсизликка киришга жазм этишдир.*

*Ў. Етарли даражада ривожланган ҳар қандай технология сеҳргарликдан фарқ қилмайди.*

**Артур Кларкнинг уч қонуни**

“Қалқонларни кўтаринг!” – охири йўқ “Самовий йўл” (Star Trek) сериалида капитан Кирк ўз экипажига баланд овозда айтган биринчи буйруғи шундай янграйди: итоатли экипаж “Энтерпрайз” фазовий кемасини рақиб ҳужумидан ҳимоя қилувчи куч майдонини ёқади.

Ҳимоявий куч майдонлари “Самовий йўл” сюжетида шу қадар муҳимки, уларнинг ҳолати жангнинг қай даражада авж олишини белгилаши мумкин. Куч майдонининг энергияси заифлашиши билан “Энтерпрайз”нинг корпуси тобора кўпроқ емирилиб боради; охир-оқибат мағлубият муқаррар бўлади.

Хўш, ҳимоявий куч майдони нима ўзи? Илмий фантастикада бу анча оддий: юпқа, кўринмас бўлишига қарамай, лазер нурлари ва ракеталарни қайтаришга қодир, уларни ўтказмайдиган тўсиқ. Бир қарашда ҳимоявий куч майдони шу қадар оддий кўринадики, унга асосланган жанговар қалқонлар яқин келажақда яратилиши муқаррардек туюлади. Бугун-эрта қандайдир уддабурон ихтирочи ҳимоявий куч майдонини кашф этгани ҳақидаги эълонни кутиб ўтирасан. Аслида эса бу анча мураккаб.

Эдисоннинг лампочкаси замонавий цивилизацияни тубдан ўзгартириб юборгани сингари, ҳимоявий куч майдони ҳаётимизнинг ҳар бир жабҳасига катта таъсир ўтказа олади. Ҳарбийлар янада қудратли бўлиш учун бундай куч майдонларидан фойдаланишлари, унинг ёрдамида душман портловчи ракета ва ўқларига қарши ўтказмас қалқон яратишлари мумкин эди. Назарий жиҳатдан биргина тугмани босиш орқали кўприклар, ажойиб шосселар ёки йўлларни қурса бўларди. Саҳроларда бутун бир шаҳарлар бир зумда қад кўтариши мумкин; у ердаги барча нарса, ҳатто осмонўпар бинолар ҳам фақатгина куч майдонларидан қурилар эди.

Шаҳарларни тўсиб турган куч майдонлари у ерда яшовчиларга табиат ҳодисалари – кучли шамоллар, бўронлар, торнадоларни – ихтиёрий равишда бошқариш имкониятини берар эди. Куч майдонининг хавфсиз чойшаби остида шаҳарларни ҳатто океанлар остида ҳам қуриш мумкин бўлар эди. Куч майдонлари шиша, пўлат ва бетон каби қурилиш материаллари ўрнини эгалларди.

Бироқ, бу қанчалик ғайритабиий бўлмасин, куч майдони лабораторияда яратиб бўлмайдиган энг мураккаб мосламалардан бири ҳисобланади. Айрим физик олимлар бунга унинг хусусиятларини ўзгартирмасдан эришишнинг имкони йўқ, деб билишади.

## МАЙКЛ ФАРАДЕЙ

Куч майдонлари концепцияси XIX асрда яшаган британиялик буюк олим Майкл Фарадей асарларида қўлланила бошлаган.

Фарадейнинг ота-онаси ишчи эди (отаси темирчи бўлган). Унинг ўзи эса 1800 йиллар бошида муқовачининг шогирди бўлиб, зўрға кун кечирарди. Ёш Фарадей яқинда илм-фанда рўй берган буюк кашфиётлардан ҳайратга тушганди, икки янги куч – электр ва магнетизмнинг нотаниш хусусиятлари топилганди. Фарадей бу мавзуларга тегишли барча маълумотларни ямламай ютар, Лондондаги Қироллик институти профессори Ҳамфри Дэвининг маърузаларига қатнар эди.

Бир куни профессор Дэви омадсиз чиққан кимёвий тажриба натижасида кўзларини жиддий жароҳатлади ва Фарадейни ўзига котиб қилиб ёллади. Аста-секин Фарадей Қироллик институти олимларининг ишончини қозона бошлади. Шундан сўнг, унга нисбатан баъзи-баъзида илтифотсизликлар қилиб туришса-да, амалда муҳим тажрибаларни ўтказиш имкониятини қўлга киритди. Йиллар ўтган сари, профессор Дэви бошланишига тадқиқотчилар даврасида ёниқ юлдуз бўлган, оқибатда ўзининг машхурлиги сўнишига сабаб бўлаётган, иқтидорли, ёш ёрдамчисининг ютуқларига ҳасад қила бошлади. Дэви оламдан ўтгандан сўнггина 1829 йилда Фарадейда ўзининг бир қанча ажойиб кашфиётларини амалга ошириш имкони пайдо бўлди. Бу кашфиётлар бутун бошли шаҳарларни энергия билан таъминловчи генераторлар яратилишига ва дунё цивилизацияси йўналишини ўзгартиришга сабаб бўлди.

“Куч ёки физик майдонлар” Фарадей буюк кашфиётларининг калитига айланди. Агар темир қириндиларини магнит устига жойлаштириб, силкитилса, қириндилар магнит атрофини бутунлай эгаллайди ва ўргимчак тўрни эслатовчи нақш ҳосил қилади. “Ўргимчак тўри толалари” – Фарадейнинг куч чизиқларидир. Улар электр ва магнит майдонлари бўшлиқда қандай тарқалишини батафсил кўрсатади. Мисол

учун, Ер магнит майдонларининг график тасвирлари келтирилса, чизиқлар Шимолий қутб атрофларидан чиқиб, Жанубий қутб атрофларида яна ерга қайтиб келишини кузатиш мумкин. Шу билан бирга, агар момақалди роқ вақтидаги чақмоқнинг электр майдони куч чизиқлари график тасвири ифодаланса, бу чизиқлар чақмоқ охиридаги нуқтада бирлашиши маълум бўлади. Аслида эркин фазо Фарадей учун бўш бўлмаган; у узоқдаги буюмларни жойидан қўзғатиш мумкин бўлган куч чизиқлари билан тўлган (Фарадейнинг ўсмирлиги ночор аҳволда ўтгани сабабли, тўлиқ таълим ололмагани сабабли математикадан деярли саводи бўлмаган, натижада унинг ён дафтарлари тенглама ва формулалар билан эмас, балки юқоридаги каби куч чизиқларининг қўлда чизилган диаграммалари билан тўлган. Тақдир математикадан етарли билими бўлмаган Фарадейни бугунги кунда исталган физика китобида учратишимиз мумкин бўлган ажойиб куч чизиқлари диаграммаларини чизишга мажбур қилган. Илм-фанда физик тасвир уни ифодалашда ишлатиладиган математикадан аҳамиятлироқдир).

Тарихчилар Фарадей қандай қилиб дунё илм-фани тарихидаги энг муҳим кашфиётлардан бири бўлган куч майдонлари тушунчасини аниқлагани борасида кўп тахминларни илгари сурадилар. Амалда замонавий физиканинг асосий қисми Фарадей (куч) майдонлари тилида ёзилган. У 1831 йилда куч майдонлари борасида мавжуд цивилизацияни бутунлай ўзгартириб юборган фавқуллодда муҳим кашфиётни амалга оширди. Бир куни сим ўтказгич ҳалқаси устидан магнит (болалар ўйинчоғи)ни олиб ўтаётган Фарадей, гарчи сим ўтказгичга тегмаса-да, ҳалқада электр вужудга келиши мумкинлигини сезиб қолган. Бу магнитнинг кўринмас (куч) майдони орадаги бўшлиқ бўйлаб сим ўтказгич ҳалқасидаги электронларни ҳаракатга келтириши ва бунинг натижасида электр вужудга келиши дегани эди.

Даставвал фойдасиз, кераксиз чизмалар деб қаралган Фарадейнинг куч майдонлари объектларни ҳаракатга келтирадиган ва электр энергияси ишлаб чиқарадиган реал кучларга айланди. Бугун ушбу саҳифани ўқиш учун сарф этаётган ёруғлик манбаингиз катта эҳтимол билан Фарадейнинг электромагнетизм соҳасида амалга оширган кашфиётлари сабабли мавжуд. Айланиб юрувчи магнит куч майдонини ҳосил қилади ва бу майдон ўз навбатида сим ўтказгичдаги электронларни қўзғатади. Натижада электронлар лампочканинг ёруғлик таратишига имкон берувчи электр тўлқинларини вужудга келтиришади. Дунё шаҳарларини электр манбаи билан таъминлашда ҳам худди шу амалиёт қўлланилади. Масалан, тўғонни ювиб пастга тушаётган сув турбинадаги улкан магнитни айлантиради, магнит эса ўтказгичдаги электронларни қўзғаб, юқори кучли ўтказгичларда уйимизга етказиладиган электр тўлқинини яратади.

Оддий қилиб айтганда, Майкл Фарадейнинг куч майдонлари электр булдозерлардан то компьютерлар, интернет, планшетлар тимсолида замонавий цивилизацияни ҳаракатга келтириб турган қудратли кучлардир.

Фарадейнинг кашфиётлари кейинги бир ярим аср давомида дунё физикларини том маънода илҳомлантириб келди. Хусусан, Алберт Эйнштейн куч майдонлари соҳасида тўпланган билимлардан келиб чиқиб ўзининг гравитация назариясини яратди. Мени ҳам Фарадей кашфиёти руҳлантирган. Бундан анча йиллар муқаддам Фарадей куч майдонига асосланиб, торлар назариясини яратдим ва бу шу йўналиш пойдеворига айланди. Физикада бир инсоннинг бошқа бир инсон ҳақидаги “Куч чизиғи каби ўйлар экан” дейиши унга нисбатан юксак эътирофни англатади.

## ТҶРТ АСОСИЙ ҶЗАРО ТАЪСИР КУЧЛАРИ

Охирги икки мингйилликда физикадаги энг яхши ютуқлардан бири – борлиқни бошқарадиган тўрт асосий кучнинг аниқланиши ва ажратиб олинишидир. Буларнинг барчаси Фарадей томонидан татбиқ этилган майдонлар тилида таърифланиши мумкин. Аммо, афсуски, уларнинг ҳеч бирида кўплаб илмий фантастикада ифодаланган куч майдонларининг хоссалари мавжуд эмас. Ушбу кучлар қуйидагилар:

1. **Гравитация**, оёқларимизни ерда тутиб турувчи, Ер ва юлдузларни жойидан силжиб кетишига йўл қўймайдиган, қуёш тизими ва галактикани бир бутунликда сақлаб турувчи кўринмас куч. Гравитация бўлмаганида, биз айланувчи сайёра томонидан соатига 1000 мил тезликда Ердан космосга учуриб юборилган бўлар эдик. Муаммо шундаки, гравитация илмий фантастикада аниқланган куч майдони хоссаларига нисбатан тескари хусусиятларга эга. Гравитация итариш эмас, тортишиш кучи; жуда заиф, нисбатан олиб қарайдиган бўлсак, ниҳоятда катта, астрономик масофаларда ишлайди. Бошқа сўз билан айтганда, ушбу куч одамлар илмий фантастикада ўқийдиган ёки илмий-фантастик филмларда кўрадиган текис, ингичка, ўтиб бўлмайдиган тўсиқдан деярли (тескариси) фарқ қилади. Мисол учун, гравитация патни полга тортиш учун бутун Ер сайёрасини қамраб олади, аммо биз патни бармоқ билан кўтариб, Ернинг тортиш кучига қарши туришимиз мумкин. Бармоғимиз ҳаракати олти триллион килограммдан ортиқ оғирликдаги бутун сайёранинг гравитациясига қарши тура олади.

2. **Электромагнетизм (ЭМ)** шаҳарларимизни ёруғ қилиб турувчи куч. Лазерлар, радио, телевизор, замонавий электроника, компьютерлар, Интернет, электр, магнетизм – буларнинг барчаси электромагнетизм кучининг натижасидир. Эҳтимол, бу одамлар томонидан ишлатилган энг

фойдали кучдир. Гравитациядан фарқли равишда электромагнетизм ҳам тортиши, ҳам итариши мумкин. Аммо, унинг куч майдони деб ҳисобланмаслигининг бир неча сабаблари мавжуд. Биринчидан, электромагнетизм осонгина зарарсизлантирилиши мумкин. Масалан, пластмасса ва бошқа изоляторлар кучли электр ёки магнит майдонга осон кириши мумкин. Магнит майдонга ташланган пластмасса бўлаги тўғри ўтиб кетиши керак эди. Иккинчидан, электромагнетизм катта масофалар бўйлаб ҳаракатланади ва марказлаштириш осон эмас. ЭМ қонунлари Жеймс Клерк Максвеллнинг тенгликлари билан ифодаланади ҳамда ушбу тенгликлар куч майдонларини ечим сифатида қабул қилмайди.

**3 ва 4. Кучсиз ва кучли ядровий кучлар (таъсирлар).** Кучсиз ўзаро таъсирлар радиоактив емирилиш кучи ҳисобланади. У ер марказини иситади, вулқон, zilзила ва қитъа силжишларини келтириб чиқаради. Кучли ўзаро таъсирлар эса атом ядросини тутиб туради. Қуёш ва юлдузлар энергияси ядро кучидан пайдо бўлади ва бу бутун борлиқни ёритишга сабаб бўлади. Муаммо шундаки, ядровий куч қисқа муддатли бўлиб, асосан ядро масофасида ҳаракат қилади. Чунки у ядроларнинг хусусиятларига шунчалик боғланганки, уни бошқариш жуда қийин. Ҳозирда бу кучни бошқаришдаги ягона усул – субатомик зарралар ва атом бомбаларни парчалашдир.

Илмий фантастикадаги куч майдонлари машҳур физика қонунларига мос келмаса-да, уларнинг бундай яратилиши мумкин эканлигини тасдиқловчи қарашлар ҳам мавжуд. Биринчидан, лабораторияда ҳали аниқланмаган 5-куч бўлиши мумкин. Мисол учун, бундай куч астрономик масофаларга нисбатан атиги бир неча қадам масофада ҳаракатланиш мумкин (Бундай бешинчи куч мавжуд эканлигини аниқлашга қаратилган дастлабки уринишлар ижобий натижа бермаган).

Иккинчидан, куч майдонининг баъзи хоссаларига ўхшаш плазмадан ҳам фойдаланиш имкони мавжуд. Плазма бу “материянинг тўртинчи ҳолати”. Қаттиқ жисмлар, суюқлик ва газлар материянинг учта маълум ҳолатини ўзида намоён этади. Бироқ борлиқдаги материянинг кенг тарқалган шакли бу плазма, яъни ионлаштирилган газдир. Плазма атомлари улардан чиққан электронлар билан ажралганлиги сабабли атомлар зарядланади ҳамда электр ва магнит майдонлар томонидан осон бошқарилиши мумкин.

Плазмалар борлиқдаги материяларнинг энг кўп шакли ҳисобланади ҳамда улар қуёш, юлдузлар ва юлдузлараро газни ҳосил қилади. Плазмалар ерда жуда кам бўлганлиги сабабли улар бизга унчалик ҳам таниш эмас. Бироқ биз уларни чақмоқ чақини, қуёш ва плазмали телевизорнинг ички қисми шаклида кўришимиз мумкин.

## ПЛАЗМАЛИ ОЙНАЛАР

Юқорида таъкидланганидек, агар газ етарлича юқори ҳароратда қиздирилса ва шу билан плазма ҳосил бўлса, магнит ва электр майдонларида унинг шаклини ўзгартириш мумкин. Мисол учун, қоғоз ёки ойна шаклига келтириш мумкин. Бундан ташқари, ушбу “плазмали ойна” вакуумни оддий ҳаводан ажратиб олишда фойдаланилади. Амалий ҳаётда кўрадиган бўлсак, космик кема ичидаги ҳавонинг космосга чиқиб кетишининг олдини олиши мумкин, шу орқали космик кема ва унинг ташқарисида, яъни космос ўртасида қулай, шаффоф интервейс яратилади.

“Самовий йўл” телесериалида кучлар майдонидан космик кеманинг йўлини ташқи фазонинг вакуумидан ажратиш учун фойдаланилади. Бу нафақат реквизитлардаги пулни тежаб қолишнинг ақлли усули, балки ҳақиқатда яратиш мумкин бўлган қурилма ҳамдир.

Плазмали ойна 1995 йилда физик Эди Гершкович томонидан Лонг Айленддаги Брукхейвен миллий лабораториясида (Нью Йорк) кашф этилган. У металлларни электрон нурлар ёрдамида пайвандлаш масаласини ишлаб чиқди. Пайвандчининг ацетилен машъали метални иссиқ газ оқими билан эритиб юборади ва шундан сўнг у металл қисмларини бир-бирига боғлайди. Электрон нурлар одатдаги усуллардан кўра металлларни тезроқ, тозароқ ва арзонроқ пайвандлайди. Аммо электрон нурлар билан боғлиқ муаммо шундаки, у вакуумда ишлайди. Ушбу талаб бироз ноқулай, чунки вакуумли қути яратиш бутун хонани яратишдек ўзига яраша шароит талаб этади.

Доктор Гершкович ушбу муаммони ечиш учун плазмали ойнани яратди. Баландлиги атиги 3 фут, диаметри 1 фут бўлган плазмали ойна газни 6500°C ҳароратгача қиздиради ҳамда шу орқали электр ва магнит майдонига тушадиган магнит майдонлар ҳосил бўлади. Ҳар қандай газ зарралари сингари, плазма зарралари босимни оширади ва бу ҳавонинг вакуум камерасига киришини олдини олади. Натижада, ҳаво вакуумдан ажратилади (Аргон газини плазмали ойнада ишлатилганда, у “Самовий йўл” (“Star Trek”) даги куч майдони каби кўк тусга киради.)

Плазмали ойнадан космонавтика ва саноатда кенг фойдаланилади. Кўп ҳолларда микро даражада ишлаб чиқариш ва саноат жараёнларида қуруқ ишлов беришда вакуум катта аҳамиятга эга. Аммо вакуумда ишлаш катта харажатлар талаб этади. Плазмали ойна ёрдамида эса бу ишни битта тугмани босиш билан осонгина бажариш мумкин.

Бироқ плазмали ойнадан ўтказмас қалқон сифатида ҳам фойдаланиш мумкинми? У замбаракнинг портлашига чидай оладими? Келажакда отилган снарядларни парчалайдиган етарлича ҳарорат ва катта кучга эга

бўлган плазмали ойнани тасаввур қилиш мумкин. Лекин илмий фантастикада аниқланган куч майдонига ўхшаш, кўпроқ реалликка яқин бўлганини яратиш учун қават-қават йиғилган кўплаб технологиялар комбинацияси керак бўлади. Ҳар бир қавати снаряд тўпини тўхтатишга етарлича кучли бўлмаслиги мумкин, аммо уларнинг комбинацияси буни амалга ошира олади.

Тасаввур қилайлик, ташқи қатламидаги плазмали ойна супер зарядланган, металлари эритадиган даражада қиздирилган. Иккинчи қатлами эса юқори энергияли лазер нурларидан иборат парда бўлади. Бир-бирини кесиб ўтган минглаб лазер нурларидан ташкил топган ушбу парда тўсиқ ҳосил қилади. Ушбу тўсиқ ундан ўтган объектларни қиздириб, тамомила эритиб юборади. Лазерлар ҳақида кейинги бобда батафсил тўхталаман.

Бундан ташқари, лазер пардаси орқасида “углерод нанотрубалари”нинг фазовий панжарасини тасаввур қилиш мумкин – бу пўлатдан бир неча баробар мустаҳкам индивидуал углерод атомларидан ташкил топган майда найчалардир. Ҳозирги кунда дунёдаги энг узун углерод нанотрубаси 15 миллиметрга тенг бўлса-да, хоҳлаган узунликдаги углерод нанотрубаларини ярата оладиган кунни ҳам тасаввур этамиз. Айтайлик, углерод нанотрубаларидан углерод тармоғини тўқиш мумкин; бу ҳолда биз кўпгина объектларни акс эттирадиган ўта бардошли экранга эга бўламиз. Ушбу экран кўринмас бўлади, чунки ҳар бир нанотруба қалинлигини атом билан таққослаш мумкин, аммо углерод нанотрубаларининг фазовий тармоғи бошқа ҳар қандай материалдан кучлироқ бўлади.

Шундай қилиб, плазмали ойна, лазерли парда ва углеродли нанотруба экран комбинацияси орқали деярли ҳеч қандай восита билан ҳам ўтиб бўлмайдиган, кўринмас девор яратишини тасаввур қилиш мумкин.

Аммо бундай кўп қатламли қалқон илмий фантастикадаги куч майдонининг барча хоссаларига бутунлай мос келмайди. Чунки у шаффоф, шу боис лазер нурларини тўхтата олмаслиги мумкин. Лазер қуроллари билан бўлган жангларда биз яратган кўп қатламли қалқон кераксиз бўлиб қолади.

Лазер нурини тўхтатиш учун қалқон “фотохроматиклик”нинг юқори шаклига эга бўлиши керак. Бу қуёш кўзойнақларини ултрабинафша радиациясига қарши қорайтиришда ишлатиладиган жараёндр. Фотохроматиклар камида иккита ҳолатда мавжуд бўлган молекулаларга асосланади. Биринчи ҳолатда молекула шаффоф бўлади, ултрабинафша радиациясига учраганда дарҳол хиралашади, яъни иккинчи ҳолатга ўтади.

Балки бир кун келиб биз нанотехнологиядан фойдаланган ҳолда, лазер нурига дуч келганда унинг оптик хусусиятларини ўзгартира оладиган углерод нанотрубалари сингари қаттиқ моддани ишлаб чиқарармиз. Худди



шундай, қалқон зарралар оқими, снарядлар ёки лазерли портлашларни ҳам тўхтата олиши мумкин. Аммо, ҳозирда лазер нурларини тўхтата оладиган фотохроматиклар мавжуд эмас.

## МАГНИТЛИ ЛЕВИТАЦИЯ

Илмий фантастикада электр майдонлар нурли қуроллар зарбасини қайтаришдан ташқари, тортишиш кучини енгиб ўтиш учун таянч нуқта вазифасини ҳам бажаради. “Келажакка қайтиб” филмида Майкл Фокс “ховерборд” ёки “ҳавода муаллақ турувчи доска”да ҳаракатланади; ушбу матоҳ кўринишидан оддий скейтбордни эслатса-да, у ҳавода, яъни ер сатҳидан баландда “юради”. Биз биладиган бугунги физика қонунлари бу каби антигравитацион ускуналар ясашга имкон бермайди. Бироқ келажакда бошқача ускуналар – магнит ёстиқчали, ҳавода муаллақ турувчи скейтборд ва автомобиллар – ясашимиз мумкин; ушбу машиналар бизга оғир нарсаларни қийинчиликларсиз кўтариш ва уларни ҳавода ушлаб туриш имконини беради. Мабодо яқин келажакда, “хона ҳароратидаги юқори ўтказувчанлик” чинакам воқеликка айланса, инсон магнит майдон кучи ёрдамида буюмларни ҳавога кўтариш имкониятига эга бўлади.

Агар доимий магнитнинг шимолий қутбини худди шундай бошқа магнит шимолий қутбига яқинлаштирсак, улар бир-биридан итарилади (Агар магнитлардан бирини жанубий бошқасини шимолий қутб тарафи билан қўйсак, улар бир-бирига тортилади).

Айнан ушбу бир қутбли магнитлар итарилиши назариясидан ер юзасидан оғир буюмларни ҳавога кўтариш учун ҳам фойдаланиш мумкин. Айнан ҳозир ҳам бир неча мамлакатларда магнит ёстиқли илғор техник поездлар қуриш ишлари кетмоқда. Бундай поездлар оддий темир йўлдан эмас, балки ер юзасидан биров юқорида ҳаракатланади; уларни ҳавода оддий магнитлар ушлаб туради. Поездлар ҳавода муаллақ туриши ҳисобига ишқаланиш кучи нолга тенг бўлиб, бундай ҳолатда ўта юқори тезликларга эришиш мумкин.

Биринчи магнит ёстиқли автоматлаштирилган тижорат транспорт тизими 1984 йил Британиянинг Бирмингем шаҳрида ишга туширилган бўлиб, у ҳалқаро аэропорт терминали ва яқин масофадаги темирйўл вокзалини боғлаб турган. Магнит ёстиқли поездлар ҳозир Германия, Япония ва Корея давлатларида ҳам мавжуд, лекин улар юқори тезликда ҳаракатланишга мослашмаган. Биринчи магнит ёстиқли тезкор тижорат поезда Шанхайдаги трассада ишга туширилди; ушбу поезд соатига 431 км тезликда ҳаракатлана олади. Япониянинг магнит ёстиқли поезда Яманаси префектурасида соатига 581 км тезликда ҳаракатланиб, ғилдиракли поездларга нисбатан анча илғор натижага эришди.

Бироқ магнит ёстиқли ускуналар жуда ҳам қиммат. Уларнинг самарадорлигини ошириш йўли – совитилганда абсолют нолга тушиб, электр қаршилигини йўқотувчи юқори ўтказгичлардан фойдаланишдир. Юқори ўтказувчанлик ҳодисасини 1911 йили Хейке Камерлинг-Оннес очган. Унинг моҳияти шундаки, баъзи моддалар 20 К (абсолют нолдан 20° юқори) ҳарорат даражасидан кескин совитилса, ҳар қандай электрик қаршилиқни йўқотади. Одатда, металл совитилаётганида, унинг электрик қаршилиги аста-секин камаяди (Гап шундаки, электронларнинг ўтказгич бўйлаб эркин ҳаракатига атомларнинг тасодифий силкинишлари халақит беради. Ҳарорат пасайтирилганида эса, силкинишлар частотаси озайиб, электронлар камроқ қаршилиқка учрайди). Бироқ Камерлинг-Оннес баъзи материалларнинг электрик қаршилиги маълум бир критик ҳароратда тезда нол даражага тушиб кетишини аниқлади.

Физиклар ушбу натижанинг қай даражада муҳим аҳамиятга эга эканлигини тушуниб етишди. Узоқ масофаларга электр узатиш давомида қаршилиқ туфайли катта миқдорда электр энергияси йўқотилади. Лекин агарда қаршилиқ йўқ қилинса, электр энергиясини исталган жойга деярли ҳеч қандай йўқотишларсиз етказиб берса бўларди.

Умуман, ёпиқ контурдаги электр токи унинг ичида энергия йўқотишсиз миллионлаб йил давомида айланиши мумкин. Бунинг устига, айнан мана шу ноодатий тоқлар ёрдамида юқори кучланишли магнитлар яратса бўларди. Агарда бундай магнитларга эга бўлинса, улкан юкларни ҳам ҳеч қандай қийинчиликларсиз кўтариш имконияти вужудга келарди.

Юқори ўтказгичларнинг ғаройиб имкониятларига қарамай, уларни амалда қўллаш анчайин мураккаб иш. Катта магнитларни ўта совуқ суюқликлар билан тўлдирилган бакларда сақлаш жуда ҳам қимматга тушади. Суюқликларни совитилган ҳолатда ушлаб туриш учун катта совитиш фабрикалари керак бўлиб, улар юқори ўтказгичли магнитлар нархини қимматлаштиради ва ноқулай вазиятни юзага келтиради.

Балки яқин келажакда физиклар, хона ҳароратида ҳам ўзининг юқори ўтказиш хусусиятини сақлаб қолувчи модда яратишга муваффақ бўлишар.

Хона ҳароратидаги юқори ўтказгичлик қаттиқ жисмлар физикаси олимлари учун ҳақиқий “муқаддас қадаҳ”дир. Бундай моддаларни яратиш, чинакам маънода, иккинчи саноат инқилоби бўлади. Машина ва поездларни ҳавода ушлаб турувчи кучли магнит майдонлар арзонлашиб, ҳатто учувчи автомобилларни ишлаб чиқариш анча қулайлашади. Хона ҳароратида ўз хусусиятини сақлаб қолувчи юқори ўтказгичлар яратилиши билан, эҳтимол, “Келажакка қайтиб”, “Махсус фикр” ва “Юлдузлар жанги” филмларидаги каби фантастик учар машиналар воқелиқка айланар.

Юқори ўтказгичли магнитдан ясалган тасмани тақиб, инсон бемалол ҳавода муаллақ туришини тасаввур қилиш қийин эмас. Айнан шундай тасма билан Супермен каби учиш ҳам мумкин. Умуман олганда, хона

ҳароратидаги юқори ўтказгичлилик шу даражада ажойиб ихтироки, уни кўплаб илмий фантастик романларда учратиш мумкин (1970 йил Ларри Нивен томонидан ёзилган “Ҳалқа дунё” кўп жилдли романлар тўпламини мисол бўла олади).

Ўнлаб йиллар давомида физиклар хона ҳароратида ўтказгичлилик хусусиятига эга бўлган моддани яратиш устида иш олиб бордилар. Бу зерикарли ва мураккаб жараён бўлиб, ҳар бир материал синов ва хатолар аро синаб кўрилди. Лекин 1986 йили “баланд ҳароратли юқори ўтказгичлар” деб номланган моддаларнинг янги синфи кашф этилди; ушбу моддалар абсолют нолдан 90°С юқори ҳароратда юқори ўтказгичлилик хусусиятига эга эди. Ушбу ихтиро физика дунёсида чинакам инқилоб бўлди. Янгидан-янги юқори ўтказгичлилик рекордини қайд этиш мақсадида физиклар бир-бирлари билан беллашишарди. Ҳаттоки қайсидир лаҳзада, хона ҳароратидаги юқори ўтказувчанлик илмий фантастик роман саҳифаларидан реал дунёга кириб келиш арафасида тургандек ҳам бўлиб кўринди. Бироқ, пўртанадек кучли ривожланган юқори ўтказувчанлик соҳасидаги тадқиқотлар аста-секин сўниб борди.

Ҳозирги вақтда, баланд ҳароратда юқори ўтказувчанлик хусусиятига эга моддалар орасидаги жаҳон рекорди 135°С даражадаги юқори ўтказувчанлик хусусиятини қайд этувчи мис, калций, барий, таллий ва симобнинг мураккаб оксидидан ташкил топган моддага тегишли.

Ушбу юқори ҳарорат ҳали ҳам биз ўйлаган хона ҳароратидан анча олисда. Азот 77 К ҳароратда суюқликка айланади, суюқ азотнинг нархи эса оддий сутнинг нархи билан бир хил. Шунинг учун баланд ҳароратли юқори ўтказгичларни совитиш учун суюқ азотдан фойдаланишимиз мумкин (Албатта, хона ҳароратида ҳам ўз хусусиятини сақлаб қолувчи юқори ўтказгичларга совитиш тизими шарт ҳам эмас).

Муаммо бошқа ерда. Айни вақтда, баланд ҳароратли юқори ўтказгичлар хусусиятини тушунтириб бера оладиган назариянинг ўзи йўқ.

Уларнинг ишлаш жараёнини тушунтириб бера оладиган уддабурон физик олимни эса Нобел мукофоти кутиб турибди (Бизга таниш бўлган баланд ҳароратли юқори ўтказгичлардаги атомлар аниқ қатламларга сараланган. Кўплаб физикларнинг фикрича, айнан керамик материалнинг қатламлилиги ундаги электронларга ҳар бир қатламда эркин ҳаракатланишга имкон бериб, юқори ўтказувчанлик хусусиятини ҳосил қилади. Лекин нега айнан шундай бўлиши ҳанузгача жумбоқ бўлиб қолмоқда).

Маълумотлар танқислиги физикларни баланд ҳароратли юқори ўтказгичларни яна ўша эски синов ва хатолар услуби орқали изланишга мажбур этмоқда.

Бу, машхур хона ҳароратидаги юқори ўтказувчанлик исталган пайтда – эртага, бир йилдан сўнг ёки умуман – кашф этилмаслиги ҳам мумкин дегани, ушбу модда қачон топилишини ҳеч ким билмайди.

Лекин мабодо, хона ҳароратидаги юқори ўтказгичлар кашф этилса, бу албатта, тижорий дастур ва янги ихтиролар тўлқинини юзага келтиради. Ернинг магнит майдонидан миллион мартаба кучлироқ бўлган магнит майдонлар одатий ҳолга айланиши мумкин (Ернинг магнит майдони 0,5 Гц).

Барча юқори ўтказгичларга тааллуқли бўлган хусусиятлардан бири – Мейснер эффекти номи билан аталади. Агар магнитни юқори ўтказгич устига қўйсақ, гўё уни кўринмас куч ушлаб тургандек, у ҳавода муаллақ қолади (Мейснер эффектнинг моҳияти шундаки, магнит юқори ўтказгич ичида ўз “акс”ини яратиш хусусиятига эга, шунинг учун ҳақиқий магнит ва унинг акси бир-бирдан итарилади. Ушбу эффектга яна бир ёрқин мисол шундаки – магнит майдон кучи юқори ўтказгични ёриб ўта олмайди. Ўтказгич қайсидир маънода магнит майдонни суриб чиқаради. Шунинг учун магнитни юқори ўтказгич устига қўйганимизда, магнитнинг куч линияси юқори ўтказгич билан контакт давомида чизилади. Айнан мана шу куч линиялари магнитни юқорига итариб, уни ҳавода муаллақ қолишга мажбур қилади).

Агар инсоният Мейснер эффектини ишлатиш имконини топса, келажакда айнан шундай керамика билан қопланган шосселарни тасаввур қилишимиз мумкин. Ана шунда, машиналаримиз остига ёки белига бириктирилган магнит ёрдамида ўз манзилимизга ҳеч қандай энергия йўқотиш ва ишқаланиш кучи қаршилигисиз, бемалол ҳавода учган каби етиб боришимиз мумкин бўлади.

Мейснер эффекти фақатгина металл каби магнит материалларда ишлайди. Лекин юқори ўтказгичли магнитларни, яъни парамагнетик ёки диамагнетик каби номагнит моддаларни левитация қилиш учун ҳам ишлатиш мумкин. Ушбу моддалар табиатан магнитлилик хусусиятига эга эмас; улар фақатгина ташқи магнит майдон таъсирида магнитлилик хусусиятига эга бўлишади. Парамагнетиклар ташқи магнит майдон таъсирида тортилади, диамагнетиклар эса итарилади.

Мисол учун, сув – диамагнетик. Ҳар бир тирик жонзот сувдан иборат бўлганлиги туфайли, уларнинг барчаси кучли магнит майдон таъсирида левитация қилишлари мумкин. 15 Т (Ернинг магнит майдонидан 30 000 мартаба кучлироқ) магнит майдон индукцияси таъсирида олимлар қурбақа ва шу каби унчалик катта бўлмаган жонзотларни левитация қилдиришга муваффақ бўлишди. Бироқ агарда хона ҳароратидаги юқори ўтказувчанлик чинакам воқеликка айланса, анчайин катта номагнит объектларни ҳам уларнинг диамагнетик хусусиятидан фойдаланган ҳолда, ҳавога кўтаришимиз мумкин бўлади.

Хулоса қилиб шуни айтиш мумкинки, фантастик адабиётда таърифланган электр майдонлар Коинотимизнинг тўрт фундаментал қонуниятларига тўғри келмайди. Эҳтимол, инсоният – плазмали ойналар, лазерли пардалар, углеродли наноқувур ва ўзгарувчан шаффоф моддалардан иборат кўп қаватли қалқонлар ёрдамида ушбу ўйлаб топилган майдонларнинг кўплаб хусусиятларини имитациялашга муваффақ бўлар. Бироқ ҳақиқий шундай қалқон фақатгина бир неча ўн, балки юз йилдан кейин кашф этилиши мумкин.

Агар хона ҳароратидаги юқори ўтказувчанлик ихтиро қилинса, инсоният ихтиёрида янги магнит майдонлар пайдо бўлади; эҳтимол, улар ёрдамида биз фантастик филмларда кўрган учар машина ва поездлар чинакам воқеликка айланар.

Шуларнинг барчасини инобатга олган ҳолда, мен электр майдонларини I даражали имконсизликларга киргизган бўлар эдим; негаки, улар ҳозирги технология учун имконсиз, лекин яқин юз йиллик ичида уларнинг модификацияланган кўриниши дунё юзини кўриш эҳтимоли бор.

## II

### КЎРИНМАСЛИК

*Тасаввур хира бўлганда  
кўзларга ишониб бўлмайди.  
Марк Твен*

“Самовий йўл IV: Уйга саёҳат” сериалида “Энтерпрайз” экипажи аъзолари клингонларнинг жанговар крейсерини эгаллаб олишади. Федерация самовий флот кемаларидан фарқли ўлароқ Клингон империяси кемалари кўз ва радардан беркитишга қодир бўлган яширин “ниқоб қурилма” билан жиҳозланган эди. Қурилма клингонларга Федерациянинг кемалари ортига билдирмасдан ўтиб, биринчи зарбани бериш имконини берарди. Айнан мана шу ниқоб қурилма туфайли Клингон империяси Планеталар Федерациясидан стратегик устунликка эга эди.

Чиндан ҳам шундай ускуна яшашнинг имкони борми? Кўринмаслик аллақачон илмий-фантастик ва фентези жанридаги асарларнинг – “Кўринмас одам”дан тортиб, Ҳарри Поттернинг кўринмас ёпинчиғи ёки “Узуклар ҳукмдори”гача – одатий мўъжизасига айланиб улгурди. Шунга қарамай, кўринмас кийимларни яратиш бўлмаслиги, ушбу назария оптика қонунларини бузиб, фанга маълум моддаларнинг хусусиятларига мос келмаслиги олимлар томонидан юз йиллар давомида таъкидланди.

Бироқ бугун имконсиз нарсалар ҳам амалга ошиши мумкин. “Метаматериаллар” оламидаги ютуқлар оптикага оид дарсликларни қайта кўриб чиқишни тақазо этмоқда. Шундай материалларнинг лабораторияларда яратилган нусхалари оммавий ахборот воситалари, ишлаб чиқарувчилар ва ҳарбийларда катта қизиқиш уйғотмоқда; кўриниб турган нарсани қандай қилиб кўринмас қилиш ҳамма учун қизиқ.

### КЎРИНМАСЛИК ТАРИХИ

Кўринмаслик – қадимги мифологиянинг энг эски концепцияларидан бири. Қадим замонлардан бери қоронғиликнинг даҳшатли сукутида қолган инсон кўринмас мавжудотларни ҳис этиб, улардан қўрққан. Унинг атрофидаги зулматда ундан аввал ўлганларнинг руҳлари изғиб юрган. Кўринмас дубулғани кийиб олган юнон баҳодири Персей ёвуз махлуқ Медузани ўлдиришга муваффақ бўлади. Барча давр генераллари уларни душман олдида кўринмас қила оладиган ускуна ҳақида орзу қилишган. Кўринмаслик кучидан фойдаланган ҳолда рақибнинг муҳофаа чизиғини

ёриб ўтиб, уни саросимага солиб кўйиш мумкин эди. Жиноятчилар эса кўринмасликдан жуда йирик ўғирликлар учун фойдаланган бўлишарди.

Платоннинг этика ва ахлоқ назариясида кўринмаслик катта аҳамиятга эга. Платон ўзининг фалсафий йўналишдаги “Ҳокимият” асарида Гиг узуги ҳақида ҳикоя қилади. Ривоятда лидиялик камбағал, лекин оққўнгил Гиг исмли чўпон сирли ғорга киради ва у ерда қабрдаги мурдага дуч келади; жасаднинг бармоғида тилла узук бор эди. Тўсатдан Гиг ушбу узук сеҳрли кучга эга эканлигини, яъни у ўз эгасини кўринмас қила олишини пайқаб қолади. Камбағал чўпон узук унга тақдим этган қудратдан маст бўлади. Қирол саройига кириб олган Гиг узук ёрдамида қироличани ром этади ва қиролни ўлдириб, Лидиянинг навбатдаги қиролига айланади.

Платон ушбу ривоятда шундай маъно кўради: ҳеч ким бировни ўлдириб жазосиз қолиш ва унинг мол-мулкани эгаллаб олиш фикридан холи эмас. Одамлар ожиз, ахлоқ эса ташқаридан экиб, парвариш қилиниши керак бўлган ижтимоий ҳодиса. Инсон жамоатчилик олдида одобли кўриниб, ўз обрўйини сақлаб туриш учун ахлоқ қоидаларига амал қилиши мумкин, лекин сиз унга кўринмас бўлиш имконини берсангиз, у ўзини бошқара олмай, албатта, ушбу кучдан фойдаланади. (Баъзи одамларнинг фикрича, айнан мана шу ривоят Жон Роналд Толкинни “Узуклар ҳукмдори” трилогиясини яратишга илҳомлантирган; асарда ўз ҳукмдорини кўринмас қила олувчи ва бир вақтнинг ўзида ёвузлик манбайи ҳисобланган узук ҳақида ҳикоя қилинади.)

Илмий фантастикада кўринмаслик – сюжетнинг оддий бир ҳаракатлантиргичи. “Флеш Гордон”нинг 1930 йилги комикслар сериясида Флеш ярамас Бешафқат Мингнинг ўқчилар жамоасидан беркиниш учун кўринмас бўлиб олади. Ҳарри Поттер ҳақидаги филм ва китобларда ҳам бош қаҳрамон кўринмас кийим ёпиниб, ҳеч кимга билдирмай Хогвартс қасри бўйлаб ҳаракатланади.

Герберт Уэллс ўзининг “Кўринмас одам” классик романида ҳам деярли шу ғояларни конкрет шаклда баён этади. Ушбу романда шифокор талаба тасодифан тўртинчи ўлчам имкониятларини кашф этиб, кўринмас бўлиб олади. Афсуски, у бу имкониятдан ўз манфаати йўлида фойдаланади, бир неча майда жиноятлар содир этиб, охир-оқибат полициядан қочмоқчи бўлаётган чоғида ҳалок бўлади.

## **МАКСВЕЛЛ ТЕНГЛАМАСИ ВА ЁРУҒЛИК СИРИ**

Оптика қонунлари борасида чуқур билимга эга бўлган XIX асрнинг машҳур физикларидан бири шотландиялик Жеймс Клерк Максвеллга қадар бу соҳада деярли изланишлар олиб борилмаган эди. Максвелл, қайсидир маънода, Майкл Фарадей қарашларини сўроқ остига олди. Фарадей чуқур

экспериментал инстинктларга эга бўлгани ҳолда амалда ҳеч қандай расмий илмий даражага эга бўлмаган бўлса, унинг замондоши Максвелл олий математика магистри эди. Максвелл Исаак Нютон икки аср аввал фаолият юритган Кембриж университетиде математик физикани ўрганганди.

Нютон объектлар қандай қилиб фазо ва вақтда чексиз ўзгаришларга учраши тўғрисидаги дифференциал тенглама асосида янги – дифференциал ҳисоблаш тизимини яратди. Океан тўлқинлари, суюқликлар, газлар ва замбарак ўқининг ҳаракатини дифференциал тенгламалар тилида ифодалаш имконияти вужудга келди. Максвелл конкрет дифференциал тенгламалар орқали Фарадейнинг инқилобий топилмалари ва куч майдонларининг моҳиятини очиб беришни ўз олдиға мақсад қилиб қўйди.

Максвелл ишни Фарадейнинг электр майдонлари магнит майдонларига ва аксинча магнит майдонлари электр майдонларига айланиши мумкинлиги борасидаги тасдиқларини ўрганиш билан бошлади; Фарадейнинг куч майдонларига берган таърифини дифференциал тенгламалар тилида қайтадан ёзди ва замонавий илм-фандаги муҳим тенглама системаларидан бирини яратди. Бу саккизта мураккаб дифференциал тенгламадан ташкил топган система эди. Дунёдаги барча физик ва инженерлар университетда электромагнетизм курсини ўқиётганда ушбу тенгламалар устида яхшигина бош қотиришиға тўғри келади.

Максвелл ўзига ўта муҳим савол берди: агар магнит майдонлари электр майдонларига, электр майдонлари магнит майдонларига айлана оладиган бўлса, агар улар доимий, яқунсиз тарзда бир-бири билан ўрин алмашиб турса, нима содир бўлади? Максвелл ушбу электр-магнит майдонлари океан тўлқинларига ўхшаш тўлқинлар яратади деган фикрга келди. Бундан ҳайратланган Максвелл тўлқинлар тезлигини ўлчаб кўрди ва унинг ёруғлик тезлиги билан тенг эканлигини аниқлади! 1864 йилда, бу фактни аниқлаганидан сўнг, у доҳиёна тарзда шундай сўзларни битди: “Бу тезлик ёруғлик тезлиги билан деярли тенг, шундай экан, айтиш мумкинки, бизда ёруғликнинг ўзи... электромагнитлар тўқнашувидан иборат, деган хулосаға келишға етарли асослар бор”.

Ниҳоят, ёруғлик тезлиги атрофидаги сирларнинг ошкор бўлиши инсоният тарихидаги энг буюк кашфиётлардан бири бўлди, дейиш мумкин. Максвелл тўсатдан англаб етдики, қуёш чиқишининг жозибадорлигидан то унинг ботишидаги жўшқин жилоларгача, камалакнинг кўзни қамаштирувчи рангларида то тунги уфқдаги юлдузларгача – барча нарса у қоғозға битган ёзув ва рақамларда ўз ифодасини топганди. Бугун бутун электромагнит спектри – радарлардан тортиб телевизор сигналларигача, инфрақизил, кўринувчи, ултрабинафша, гамма ва рентген нурлар, микротўлқинлар биз учун оддий нарсадек туюлса-да, Максвеллнинг



изланишлари ўз вақтида Фарадейнинг куч майдонларини жунбушга келтирган.

Максвелл тенгламасини изоҳлай туриб Эйнштейн қуйидагиларни ёзган: “Бу Исаак Нютон асридан буён физика фани эришган энг юксак ва сермахсул воқелик эди”.

(Афсуски, XIX асрнинг энг буюк физикларидан бири Жеймс Максвелл 48 ёшида онасини ҳам тахминан шу ёшида ёруғ дунёдан олиб кетган ошқозон раки кассалигидан вафот этди. Узоқроқ ҳаёт кечирганида эди, балки у ўзининг тенгламалари фазо ва вақт кенглиklarини бузиб ўтишга имкон беришини аниқлаган бўларди (бу кейинчалик Эйнштейннинг нисбийлик назариясида ўз исботини топган). Нисбийлик назариясининг Америка фуқаролар уруши даврида кашф этилиши эҳтимолини ўйлашнинг ўзиёқ кишини ҳайратга солади.)

Максвеллнинг ёруғлик назарияси ва атом назарияси оптика ва кўринмаслик масалалари юзасидан оддий жавобларни тақдим этади. Қаттиқ моддаларда атомлар зич жойлашса, суюқ моддалар ва газларда молекулалар бир-биридан айро ҳолда бўлади. Қаттиқ моддаларнинг кўпчилигида ёруғлик ғиштин девор вазифасини бажарадиган атомларнинг қалин матриксини кесиб ўтолмайди. Суюқликлар ва газлар эса, аксинча, шаффоф бўлиб, ёруғлик атомларни, кўринувчи нурлар тўлқини узунлигидан-да каттароқ бўлган бундай майдонларни осонроқ кесиб ўта олади. Масалан, сув, спирт, аммиак, ацетон, водород перексиди, газолин каби суюқликлар, кислород, водород, азот, углекислота, метан каби газлар шаффоф ҳисобланади.

Лекин бу қоидага баъзи муҳим истисно ҳолатлар ҳам мавжуд. Мисол учун, кўп кристаллар ҳам қаттиқ, ҳам шаффоф. Кристаллдаги атомлар панжара кўринишида тартибли жойлашган бўлиб, улар ҳар бири бир хил ораликда бўлган тартибли қаторларни ташкил этади. Мана шундай ўтиш йўллари мавжудлиги туфайли ёруғлик кристаллни кесиб ўтиш имкониятига эга бўлади. Шу сабабдан қаттиқ моддада бўлгани каби кристаллда ҳам атомлар зич жойлашган бўлишига қарамасдан, ёруғлик уни ёриб ўта олади.

Баъзи ҳолларда атомлари тартибсиз жойлашган қаттиқ объект ҳам ёруғлик ўтказувчи бўлиши мумкин. Бунини муайян бир қаттиқ материални юқори температурада қиздириш ва уни тезлик билан совитиш орқали амалга ошириш мумкин. Масалан, шишани олайлик. У қаттиқ модда ҳисобланади, лекин айнан атомларнинг тартибсиз жойлашуви натижасида у суюқ моддаларга хос бўлган кўплаб хусусиятларга эга. Баъзи қанд ва конфетларни ҳам ушбу метод орқали шаффоф ҳолатга келтириш мумкин.

Кўринмаслик атом даражасида Максвелл тенгламаси орқали юз берадиган хусусият бўлиб, уни оддий методлар билан амалга ошириш ўта мушкулдир, агар бунинг имкони бўлса, албатта. Ҳарри Поттерни кўринмас

қилиш учун аввал суюқликка айлантириш, сўнгра буғ пайдо қилиш учун қайнатиш, кейин эса кристалл ҳолига келтириш, яна қиздириш ва сўнгра совитиш керак бўлади. Буларнинг барчаси, ҳатто, сеҳргар учун ҳам етарлича қийинчилик туғдириши турган гап.

Кўринмас самолётлар яшашга қодир бўлмаган ҳарбий муҳандислар навбатдаги аҳамиятли вазифани амалга ошириш учун бел боғлашди. Бу ерда гап самолётларни радарлар учун кўринмасга айлантира оладиган “стелс” (stealth) технологияси ҳақида кетмоқда. Бу технология Максвелл тенгламаси асосига қурилган. Стелс қирувчи самолётини оддий инсон кўзи билан кўриш мумкин, лекин душман радарининг мониторида унинг тасвири нари борса бирор баҳайбатроқ қушнинг ҳажмидек катталиқда намоён бўлади. (Аслида, стелс технологияси бир неча ҳийлалар аралашмасидир. Самолёт ичидаги материалларни ўзгартириш, пўлат миқдорини камайтириб, унинг ўрнига пластик ва қатрондан фойдаланиш, фюзеляж (самолёт корпуси) бурчаклари ва двигател сопло (ишлатилган газ чиқиб кетадиган труба)сига ўзгартириш киритиш каби амалларни бажариш орқали самолётни илғаб олувчи душман радар нурлари барча йўналишларга ёйиб юборилади ва бу нурлар душман радар мониторида қайта кўринмайди. Ҳатто стелс технологияси асосида барпо этилган самолёт ҳам бутунлай кўринмас бўла олмайди, у радар нурлари йўналишини ўзгартириши ва уларни техник имкони борича ёйиб юбориши мумкин холос.

## **МЕТАМАТЕРИАЛЛАР ВА КЎРИНМАСЛИК**

Балки кўринмасликнинг сўнги ютуқлари натижасида эришилган истиқболли “метаматериал” объектларни ҳақиқатан ҳам кўринмас қила олар. Энг қизиғи, метаматериалларни кашф этиш бир қарашда имконсиздек туюлган, чунки улар ёруғлик қонунига бўйсунмаган. Аммо Дюк (Duke) университети (Дорм, Шимолий Каролина) ва Лондон Қироллик коллежи тадқиқотчилари 2006 йилда бу қотиб қолган қарашни инкор этишга муваффақ бўлдилар ва метаматериаллар ёрдамида объектни микротўлқин даражасидаги нурланиш учун кўринмас қилдилар. Енгиб ўтилиши лозим бўлган мураккаб тўсиқлар мавжуд бўлишига қарамай, тарихда илк бор инсоният оддий объектларни кўринмас қилишга имкон берувчи назарияга эга бўлди (Пентагон ҳузуридаги Истиқболли тадқиқот лойиҳалари агентлиги бу лойиҳани молиялаштирган).

Microsoft компаниясининг собиқ бош технологи Натан Мирволднинг таъкидлашича, метаматериалларнинг инқилобий потенциали бизнинг оптика ва электрониканинг ҳар қандай жиҳатига нисбатан ёндашувимизни бутунлай ўзгартиради. Метаматериалларнинг айримлари бир неча ўн

йиллар олдин мўжизадек туюлган воқеликларни реалликка айлантира олмақда.

Метаматериаллар ўзи нима? Улар табиатда учрамайдиган оптик хусусиятга эга моддалар. Метаматериаллар моддага электромагнит тўлқинларини ноанъанавий йўллар танлашга ундовчи жуда майда имплантларни жойлаштириш орқали яратилади. Дюк университети олимлари концентрик доира тартибидаги мис тасмаларга (бу худди электр плита симларининг конструкциясини ёдга солади) ўта майда электр контур (занжир) жойлашади. Натижада эса керамика, тефлон, тола композицияси ва металл компонентларнинг мураккаб қоришмаси пайдо бўлди. Мисдаги ушбу майда имплантлар микротўлқин радиацияси траекториясини буриш ва белгиланган йўналиш измига солиш имкониятини берди. Харсангтош атрофидаги дарё оқимини кўз олдингизга келтиринг. Сув катта тезлик билан унинг атрофини қуршаб олиб оқмоқда, бу эса пастдан қараганда харсангтошнинг кўринмаслигига сабаб бўляпти. Шунга мувофиқ тарзда метаматериаллар тўхтовсиз равишда цилиндр ичидаги барча нарсани микротўлқинлар учун кўринмас ҳолга келтириб, микротўлқинларнинг цилиндр атрофида тарқалишини таъминлаш учун уларнинг йўналишини ўзгартиради. Агар метаматериал барча акс ва сояларни йўқота олса, унда нурланишнинг бу тури учун объектни ҳам кўринмас қила олади.

Олимлар бу тамойилни мис элементлар билан қопланган ўнта шишатола ҳалқалардан ташкил топган ускуна ёрдамида муваффақиятли исботлаб берганлар. Ускуна ичида жойлашган мис ҳалқа микротўлқинлар нурларида деярли кўринмас бўлиб, митти сояга эга эди холос.

Метаматериалларнинг ноодатий хусусияти уларнинг “синдириш кўрсаткичи” деб номланувчи бошқариш қобилиятига асосланади. Синиш бу шаффоф материаллардан ўтаётганида ёруғлик йўналишининг ўзгаришидир. Агар қўлингизни сувга солсангиз ёки унга кўзойнагингиз линзалари орқали қарасангиз, сув ва кўзойнак одатий ёруғлик траекториясини оғаётганлигини ва бузиб кўрсатаётганлигини илғаб оласиз.

Ёруғликнинг сув ёки шишада оғишининг сабаби шундаки, у шаффоф, зич моддага кираётганда секинлашади. Идеал вакуумдаги ёруғлик тезлиги доим ўзгармас қолади, аммо шиша ва сувда ёруғлик триллионлаб атомлар тўпламидан ўтади ва шунинг учун секинлашади (Бу вакуумдаги ёруғлик тезлигининг атрофдаги ёруғлик тезлигига нисбати синдириш кўрсаткичи дейилади. Ёруғлик ҳар қандай муҳитда қай даражада секинлашмасин, унинг синдириш кўрсаткичи доимо 1,0 дан юқори бўлади). Масалан, синдириш кўрсаткичи вакуум учун 1,00, ҳаво учун 1,0003, шиша учун 1,5 ва олмос учун 2,4 га тенг. Одатда, муҳит зич бўлиб боргани сари ёруғлик нурунинг оғиш даражаси ва синдириш кўрсаткичи ҳам юқорилаб боради.

Сароб синдириш кўрсаткичининг бизга яхши таниш бўлган намунасидир. Агар сиз жазирама кунда машина ҳайдаб кетаётиб, тўғри уфқ томонга қарасангиз, йўл жилваланаётгандай кўринади ва бамисли ялтираётган кўл иллюзияси намоён бўлади. Сахрода юрган одам баъзида узоқ шаҳарлар ва уфқдаги тоғларнинг шарпасини кўргандек бўлади. Негаки, йўл ёки чўлдан кўтарилаётган иссиқ ҳавода зичлик нормал ҳавога нисбатан паст бўлади, синдириш кўрсаткичида ҳам атрофдаги совуқ ҳавога нисбатан қуйига шўнғиш кузатилади. Шунинг учун узоқдаги объектлардан тарқалаётган нурлар ҳаводаги иссиқ қатламда оғишга учрайди ва кўз ўнгингизда узоқдаги объектларнинг иллюзияси гавдаланади.

Одатда синдириш кўрсаткичи ўзгармасдир. Ёруғликнинг ингичка шуъласи шишага кираётганида оғади ва тўғри чизиқ бўйлаб тарқалишда давом этади. Бироқ, тасаввур қилайлик, сиз синиш кўрсаткичи шишанинг ҳар бир нуқтасида қай даражада ўзгаришини бошқара оласиз. Янги моддага кириб борар экан, ёруғлик оғади ва модда бўйлаб илон сингари янги йўллар ҳосил қилади.

Агар бирор ким нурнинг объект атрофида айланиб ўтиши учун метаматериал ичидаги синдириш кўрсаткичини назорат қила олса, бу объект кўринмасга айланади. Бунинг учун эса метаматериал барча оптика дарсликларида имконсиз деб таъриф бериладиган негатив синдириш кўрсаткичига эга бўлмоғи даркор (Метаматериалларга 1967 йилда совет олими Виктор Веселаго илк бор ўз тадқиқотида назарий жиҳатдан таъриф берган ва таъкидлаб ўтганки, айнан метаматериалларда негатив синдириш кўрсаткичи, тескари Доплер эффекти каби ноодатий оптик хусусиятларни учратиш мумкин. Метаматериаллар шунчалик ғайриоддийки, қачонлардир уларни яратиш имконсиздек туюлган эди. Лекин сўнгги йилларда лаборатория шароитида метаматериалларни ишлаб чиқишга муваффақ бўлинди ва бу бир қанча ўжар физикларни оптикага оид дарсликларни қайтадан таҳрир этишга мажбур қилди).

Метаматериаллар соҳасидаги тадқиқотчилар журналистлар томонидан “кўринмас кийимлар қачон бозорларни эгаллайди?” қабилидаги саволлар ёмғири остида қолдирилганида, улар оддийгина қилиб “яқин орада эмас” деб жавоб беришади.

Дюк университетидан Давид Смит шундай дейди: “Репортёрлар қўнғироқ қилишади ва сиздан аниқ рақамларни келтиришингизни сўрашади. Ойлар, йиллар. Улар сўрайверишади, сўрайверишади ва охири сабр косангиз тўлиб, тахминан ўн беш йиллардан кейин, деб жавоб берасиз. Кейин газеталарда турли хил сарлавҳаларни кўрасиз, шундайми? “Ҳарри Поттер кийимига қадар ўн беш йил”. Мана нима учун улар конкрет муддатларни айтишни исташмайди. Ҳарри Поттер ёки “Самовий йўл” (Star Trek) ихлосмандлари яна анча кутишларига тўғри келади. Замонамиз физик олимларининг аксарияти кўринмас кийимлар оптика қонуниятлари

доирасида реалликка айланишини тасдиқламоқда. Лекин, аввало, олдинда бу технологияни микротўлқин нурларидан ташқари кўринувчи нурларга нисбатан татбиқ этишдек улкан техник тўсиқлар турганлигини ҳам эсдан чиқармаслик керак.

Умумий қилиб айтганда, метаматериал ичига ўрнатилган ички имплантлар радиация тўлқини узунлигидан кичикроқ бўлиши керак. Мисол учун, микротўлқинлар тахминан 3 см тўлқин узунлигига эга бўлса, уларнинг йўналишини буриш учун метаматериал ичига ўрнатилган майда имплантлар 3 смдан кичик бўлиши шарт. Муайян бир объектни 500 нм (нанометр) тўлқин узунлигига эга бўлган яшил нурга кўринмас қилиш учун метаматериал ичига 50 нм узунликдаги имплантларни жойлаштириш зарур бўлади (Нанометр бу атом даражасидаги ўлчов бўлиб, бунинг учун нанотехнология талаб этилади. Бир нанометр бир метрнинг миллиарддан биридир. Битта нанометрда тахминан беш дона атом мавжуд бўлади). Айнан мана шу ростмана кўринмас кийим яратиш учун қилаётган ҳаракатларимиз доирасида бугун биз тўқнаш келаётган асосий муаммодир. Ёруғлик шуъласининг йўналишини илон каби бура олиш учун метаматериал ичидаги атомларни такомиллаштириш керак бўлмоқда.

## КЎРИНУВЧИ ЁРУҒЛИК УЧУН МЕТАМАТЕРИАЛЛАР

Демак, пойга бошланди.

Лабораторияда олинган илк метаматериаллар ҳақидаги хабар эълон қилингандан кейин бу соҳада фаоллик шиддатли тус ола бошлади. Бир неча ойлар оралиғида янги тушунчалар, ҳайратланарли кашфиётларга эришилди. Мақсад аниқ: нанотехнологиялар ёрдамида нафақат микротўлқинларни, балки кўринувчи ёруғликни ҳам эгри ҳолатга келтира оладиган метаматериаллар яратиш. Бу борада бир қанча ёндашувлар таклиф қилинган ва уларнинг барчаси истиқболли, дея баҳоланмоқда.

Лойиҳаларнинг бири тайёр усулларни қўллашни, яъни метаматериаллар ишлаб чиқаришда микроэлектроника саноатининг синалган техникаларидан вақтинча фойдаланиб туришни таклиф қилади. Масалан, “фотолитография” деб аталувчи техника компьютер миниатуризациясининг асосида ётади ва айнан у компьютер революциясини ўзида мужассамлаштиради. Айнан шу технология муҳандисларга юз миллионлаб майда транзисторларни бош бармоғингизнинг тирноғидан катта бўлмаган яримўтказгич пластинага жойлаштириш имконини беради.

Компютерлар чидамлилиги ҳар ўн саккиз ойда икки мартага ошади (бу жараён “Мур қонуни” деб аталади). Сабаби олимлар ултрабинафша нурлантириш орқали яримўтказгич чипларда жуда майда бўлган

компонентларга ишлов бериш ишларини амалга оширадilar. Бу трафаретлар ёрдамида футболкаларга ранг-баранг суратлар тушириш жараёнини эслатади. (Компютер муҳандислари ўз ишларини яримўтказгич пластинадан бошлайдилар ва унинг юзасини турли хилдаги материаллар билан жуда юпқа қилиб қоплайдилар. Кейин асоснинг устки қисми шаблон вазифасини бажарувчи пластик ниқоб билан ёпилади. Ниқобга аввал принципиал схеманинг асосини ташкил қилувчи ўтказгичлар, транзисторлар ва компютер таркибий қисмларининг мураккаб тасвири туширилади. Сўнгра пластина энг кичик ўлчовдаги тўлқин узунлиги билан ультрабинафша нурида тоблантирилади ва бу нурлантириш матрица суратини нурга таъсирчан бўлган пластинага туширади. Кейин эса матрицанинг мураккаб схемаси ультрабинафша нурлантириш таъсирига учрамаган ўринларга газ ва кислоталар ёрдамида ишлов берилади. Бу жараён натижасида пластинада транзистор четларини ҳам ташкил қиладиган юз миллионлаб майда ўйиқлар пайдо бўлади. Ҳозирда юқорида тасвирлаб берилган жараёнлар ёрдамида ҳосил қилишга эришилган энг майда компонентлар тахминан 30 нанометрлик ўлчовга эга (ёки 150 та атом атрофида).

Ушбу яримўтказгич пластинага ишлов бериш технологияси бир гуруҳ олимлар томонидан кўринувчи ёруғлик диапазонида ҳам ишлайдиган илк метаматериал яратишда ишлатилди ва кўринмаслик тушунчаси борасидаги изланишлар йўлида маёқ бўлди. 2007 йилнинг бошларида Германия ва АҚШ Энергетика вазирлиги олимлари тарихда биринчи бора қизил нур таъсирида ҳам ишлай оладиган метаматериал яратганликлари ҳақида хабар бердилар. Бу “имконсизлик” етарлича вақт оралиғида амалга оширилди.

Айовадаги Эймс лабораторияси физиги Костас Сукулис Германиянинг Карлсруэ университетидан бўлган Стифен Линден, Мартин Вегенер ва Гуннар Доллинглар билан биргаликда қизил нурларга -0,6 индексга эга ва тўлқин узунлиги 780 нмга тенг бўлган метаматериал яратишга эришдилар. (Бунга қадар метаматериал орқали амалга оширилган нурлантиришнинг жаҳон рекорди 1400 нмга тенг эди – бу кўринувчи ёруғлик эмас, инфрақизил нурдир.)

Аввал олимлар шиша юзасини олдилар ва уни юпқа қилиб кумуш билан қопладилар, кейинги қават магний фторид, ундан кейинги қават яна кумуш билан қопланди ва шу тахлит қалинлиги 100 нм бўлган фторидли “сендвич” ҳосил бўлди. Шундан сўнг стандарт ишлов бериш технологияларини қўллаган ҳолда олимлар ушбу “сендвич”да кўплаб майда квадрат тешикчалар ҳосил қилдилар (тешикларнинг кенглиги 100 нм бўлиб, қизил нурларнинг тўлқин узунлигидан бироз кичикроқдир) ва натижада балиқ тўрини эслатувчи панжарали тузилма пайдо бўлди. Сўнгра

улар бу материалдан қизил нур ўтказдилар ва нур синиши индексини ўлчадилар – натижа -0,6 ни кўрсатди.

Олимлар ўзлари яратган технологиянинг истиқболда кенг миқёсда қўлланилиши мумкинлигини олдиндан кўра оладилар. “Кун келиб метаматериаллар спектрнинг кўринувчи қисмида ишлайдиган, юзаси текис бўлган суперлинзаларнинг яратилишига сабаб бўлиши мумкин. Бундай линза ёруғликнинг бир тўлқин узунлигидан ҳам кичикроқ бўлган деталларини солиштира олган ҳолда анъанавий технологияларга қараганда юқори аниқликдаги суратлар олиш имконини беради”, – дейди доктор Сукулис. Ушбу “суперлинза”нинг илк иловаларидан бири юқори аниқлик билан суратга олинган микроскопик объектлар бўлиши шубҳасиздир. Бу инсон тирик ҳужайрасининг ички кўриниши ёки она қорнидаги ҳомиланинг касаллик ташхиси бўлиши мумкин. Идеалда эса у ДНК молекуласи таркибий қисмларини ноқулай рентген кристаллографиясиз суратга олиш имкониятини тақдим эта олади.

Ҳозирча олимлар синишнинг манфий кўрсаткичини қизил нурга нисбатангина кўрсатиб бера олдилар. Уларнинг кейинги қадамлари қизил нурни эгиш ёрдамида объект атрофини ўраб оладиган ва уни қизил нур учун кўринмаслик ҳолатига келтирадиган метаматериал яратишдир.

Келажакда “фотон кристаллари” соҳаси ҳам ривожланиши кутилмоқда. Фотон кристаллари технологиясидан мақсад маълумот алмашишда электр эмас, ёруғликдан фойдаланадиган чип яратишдир. Бу яримўтказгич пластиналар устида майда компонентларга ишлов беришда нанотехнологиядан фойдаланишга имконият яратади – бунда ҳар бир компонент туфайли синиш кўрсаткичлари ўзгариб боради. Ёруғлик билан ишлайдиган транзисторлар электр билан ишлайдиганларига қараганда бир қанча устунликларга эгадир. Масалан, бунда фотон кристалларида иссиқлик йўқотилиш даражаси пастроқ. (Мураккаб силикон чиплардан шунчалар катта иссиқлик ажралиб чиқадики, у ҳатто тухум қовуриш учун етарли. Тажрибалар муваффақиятсиз яқунланмаслиги учун бундай чиплар давомий равишда совитилиши лозим, бу эса анча қимматга тушади.) Фотон кристалларини олиш технологиясининг метаматериалларга ниҳоятда мос келиши ҳайратланарли эмас, ахир ҳар икки технология нурнинг синдириш кўрсаткичини нанодаражада манипуляция қилишни ўз ичига олади.

## **ПЛАЗМОНИКА ЁРДАМИДА КЎРИНМАСЛИК**

Ўз рақибларидан ортда қолишни истамаган бошқа бир гуруҳ физиклар 2007 йил ўрталарида “плазмоника” деб аталадиган технология ёрдамида кўринувчи ёруғликни эга оладиган янги метаматериал яратганликлари ҳақида эълон қилишди. Калифорния технология институти физиклари

бўлмиш Анри Лезек, Дженнифер Дион ва Ҳарри Этвотерлар кўринувчи спектрнинг мураккаброқ бўлган кўк-яшил соҳаси учун манфий кўрсаткичли синишга эга бўлган метаматериал яратганликлари тўғрисида хабар бердилар.

Плазмоникининг мақсади – нанодаражада, асосан, металл сиртлар устида объектларни манипуляция қилиш учун ёруғликни йиғиш. Металларнинг электр ўтказувчанлигининг сабаби металл атомларидаги электронларнинг ядро билан кучсиз боғланганлигида – улар металл панжарадан осонликча чиқиб кета оладилар. Уйингизда симлар бўйлаб ўтадиган электр токи ўзида ўша кучсиз боғланган электронларнинг металл юзасидаги тартибли оқимини ифодалайди. Аммо баъзи ҳодисалар таъсирида, масалан, ёруғлик нури металл юза билан тўқнаш келганда электронлар ёруғлик нури билан бир маромда тебрана оладилар. Бунда металл юзасида электронларнинг тўлқинсимон ҳаракати юзага келади (бу тўлқинлар плазмоналар деб аталади) ва бу ҳаракатлар ҳақиқий ёруғлик нури билан бир хилда тебранади. Асосийси, бу плазмоналарни йиғиш мумкин – бунда улар биринчи ёруғлик нури билан бир хил частотага эга бўладилар, демак, бир хил маълумот ташийдилар, аммо кичикроқ тўлқин узунлигига эга бўладилар. Кейинчалик ушбу йиғилган тўлқинлар сиқилиб наноўтказгичларга айлантирилиши мумкин. Худди фотон кристалларидаги каби плазмоникининг бош мақсади электр билан эмас, ёруғлик билан ишлайдиган компьютер чипларини яратишдир.

Калифорния технология институтидан бўлган гуруҳ икки қават кумуш ва улар орасида азот ва кремнийдан иборат (қалинлиги 50 нм) қатлам бўлган ўз метаматериалларини яратдилар. Бу қатлам “тўлқин йўналтирувчи” вазифасини бажариб, плазмоник тўлқинларни керакли томонга йўналтиради. Лазер нури метаматериалдаги тирқиш орқали қурилма ичига киради, тўлқин йўналтирувчидан ўтади ва иккинчи тирқиш орқали чиқиб кетади. Агарда лазер нурининг метаматериалдан ўтишдаги букилиш нуқталарини таҳлил қиладиган бўлсак, нур синишининг манфий кўрсаткичга эга бўлганлигини билишимиз мумкин.

## **МЕТАМАТЕРИАЛЛАРНИНГ КЕЛАЖАГИ**

Келажакда метаматериаллар соҳасидаги ривожланиш электр энергиясидан кўра ёруғлик нурларидан фойдаланадиган транзисторларни яратишга катта қизиқиш мавжудлиги сабабли тезлашади. Кўринмаслик соҳасидаги тадқиқотлар “тиркама” сифатида давом этишини, яъни фотоник кристаллар ва плазмониклар ёрдамида кремнийли чипларнинг ўринбосарини яратиш йўлидаги ютуқлардан фойдаланишини тахмин қилиш мумкин. Кремний технологиясининг ўрнини босувчи кашфиёт учун



юзлаб миллион доллар маблағ сарфлаш аллақачон бошлаб юборилди ва келажакда метаматериал тадқиқотлари ўз самарасини кўрсатади. Ушбу соҳада бир неча ойларда эришиладиган ютуқлар орқали баъзи физиклар бир неча ўн йиллар ичида лабораториядан чиқиб кетадиган кўринмаслик қалқонини кўришлари ажабланарли эмас. Олимлар бир неча йиллар ичида кўринувчи ёруғликнинг бир частотаси орқали объектни камида икки ўлчовда кўринмас ҳолатга келтирадиган метаматериалларни яратишларига ишонадилар. Буни амалга ошириш учун майда наноимплантларни одатий қаторда эмас, балки ёруғлик бемалол эгилиб туриши учун объект атрофига мураккаб чизиқлар бўйлаб жойлаштириш талаб этилади.

Кейинчалик олимлар икки ўлчовдаги сиртнигина эмас, балки уч ўлчовдаги ёруғликни эгадиган метаматериалларни яратишларига тўғри келади. Фотолитография текис кремнийли яримўтказгичли пластиналар тайёрлаш мақсадида такомиллаштирилди, бироқ энди уч ўлчовли метаматериалларни яратиш учун яримўтказгич пластиналарни мураккаб шаклда жойлаштириш талаб этилади.

Шундан сўнг олимлар биргина эмас, балки кўплаб частотани эга оладиган метаматериалларни яратиш муаммосини ҳал қилишлари керак бўлади. Ҳозирги кунда ишлаб чиқарилаётган майда имплантлар фақат бир частотада нур сочганлиги сабабли, эҳтимол, бу қийин кечар. Олимлар ҳар бир қавати маълум бир частотада нур сочадиган қатламларга асосланган метаматериалларни яратишларига тўғри келади. Муаммонинг ечими қандай бўлиши эса аниқ эмас.

Шунга қарамай, кўринмаслик қалқони тайёр бўлганда у бемаъни қурилма сифатида қабул қилиниши мумкин. Ҳарри Поттернинг кийими юпқа, мослашувчан матодан тикилган ва уни кийган ҳар қандай одамни кўринмас ҳолга келтирган. Аммо бундай таъсирнинг юзага келиши учун мато ичидаги синиш кўрсаткичлари тўқималарнинг ўзгариши ва инсон ҳаракатларига мувофиқ доимо мураккаб тарзда ўзгариши керак. Бу эса амалда синаб кўрилмаган. Кўринмас кийим, биринчи навбатда, қаттиқ цилиндрли метаматериалдан ясалган бўлади. Бу ҳолда, цилиндр ичидаги синиш индекси доимий амалга оширилиши мумкин. (Кейинчалик ривожланган моделларда мослашувчан метаматериаллар пайдо бўлиши, улар эгилиб, айти пайтда ўз-ўзидан нурни тўғри йўлда ушлаб туриши мумкин. Шунда кийимдаги одам ҳаракатланганда ўзини қулай сезади.)

Баъзилар кўринмаслик қалқонига тегишли бир қатор камчиликларни аниқлашди, яъни бунда ичкаридаги одам буткул кўринмас ҳолатда бўлмайди. Кўзидан бошқа барча жойлари кўринмас ҳолатда ҳавода учиб юрган Ҳарри Поттерни тасаввур қилинг. Ҳар қандай кўз тешиклари кўринмас кийимдан ташқарида аниқ кўриниб туради. Буткул кўринмас бўлиши учун Ҳарри Поттер кўринмас кийим остида мутлақ қоронғиликда

ва кўр бўлиб ўтириши керак. (Кўз тешиклари жойлашадиган жойга иккита юпқа шиша пластинани қўйиш ушбу муаммонинг бир ечими бўлиши мумкин, ёруғликнинг бир қисми плиталарга урилади ва нур кўзга юборилади, бу билан улар “нур тарқатувчи” вазифасини бажаради. Шундай қилиб, кийимга урилган ёруғликнинг аксарияти унинг атрофида айланиб, одамни кўринмас ҳолга келтиради, аммо кичкина ёруғлик кўзларга қараб йўналтирилади.)

Қанчалик оғир қийинчиликларга дуч келинмасин, олимлар ва муҳандислар яқин ўн йилларда кўринмас қалқон яратилиши мумкинлигига ишонишади.

## КЎРИНМАСЛИК ВА НАНОТЕХНОЛОГИЯ

Юқорида айтиб ўтганимдек, кўринмасликнинг калити атом ўлчамидаги (бир метрининг тахминан миллиарддан бир қисми) тузилмаларни бошқариш қобилияти, яъни нанотехнологияларда бўлиши мумкин. Нанотехнологиянинг пайдо бўлиши 1959 йилда Нобел мукофоти лауреати Ричард Фейнманнинг Америка Физика Жамиятига берган “There’s Plenty of Room at the Bottom” (“Ботикда жой етарлича”) номли маърузасига тўғри келади. Маърузада у физика қонунларига мос келадиган машиналар қандай кўринишга эга бўлиши ҳақида фикр юритди. Фейнман машиналар атом ҳажмига етгунга қадар кичикроқ ва янада кичикроқ қурилишини ва кейин янги машиналар яратиш учун атомнинг узидан фойдаланиш мумкинлигини англаб етди. У блок, даста ёки ғилдирак каби энг оддий атом машиналари физика қонунларига зид келмайди, деган хулосага келди, аммо уларни яшаш жуда қийин бўлади.

Вақт технологияси индивидуал атомларни манипуляция қилишга имкон бермаганлиги сабабли нанотехнологиялар йиллар давомида унутилишга юз тутди. Кейинчалик сканерлаш туннел микроскопини ихтиро қилишдаги хизматлари учун 1981 йилда Физика бўйича Нобел мукофоти билан тақдирланган Цюрихдаги IBM лабораторияси олимлари Герд Бинниг ва Генрих Рорерлар соҳада катта ютуқларга эришдилар.

Физиклар тўсатдан кимёга доир китобларда акс этган, атом назарияси танқидчилари имконсиз деб ҳисоблаган индивидуал атомларнинг чиройли “расмлари”ни қўлга киритишди. Энди кристалл ёки металлдан ташкил топган атомларнинг ажойиб расмларини олишнинг имкони туғилган эди. Олимлар фойдаланадиган кимёвий формулалар, молекулалар ичида жойлашган атомларнинг мураккаб турларини энди кўз билан кўриш мумкин эди. Бундан ташқари, сканерлайдиган туннел микроскопи орқали индивидуал атомларни бошқариш имкони ҳам туғилди. Улар IBM сўзидаги ҳарфларни индивидуал атомлар ёрдамида ёздилар ва дунёни ҳайратга

солдилар. Олимлар энди индивидуал атомларни бошқаришда ожиз эмас, аксинча, уларни кўра олишар ва улар билан ўйнашар эди.

Сканерлайдиган туннел микроскопининг ишлаш принципи содда эмас. Дискни сканердан ўтказадиган фонограф игнаси каби ушбу микроскоп таҳлил қилинадиган материал устида секинлик билан ўткир синовлар ўтказди. (Унинг индивидуал атомдан иборат қисми жуда ҳам ўткир.) Зонд ўзига кичик электр зарядларини олади ва электр зонддан материал орқали пастдаги сиртга оқади. Индивидуал атомдан ўтаётганда зонддан ўтадиган оқим миқдори ўзгаради ва ўзгаришлар қайд этиб борилади. Атомдан игна ўтаётган пайтда оқим кўтарилади ва тушади, сўнгра тафсилотлар кўриб чиқилади. Кейинчалик улар оқимларнинг ўзгариши орқали панжара ҳосил қиладиган индивидуал атомларнинг чиройли расмларини олишга эришдилар.

(Сканерлаш туннел микроскопи квант физикасининг ноодатий қонуни натижасида мавжуд бўлиши мумкин. Одатда электронларда зонддан модда орқали сирт юзасига ўтиш учун етарли энергия мавжуд бўлмайди. Аммо ноаниқлик принципи сабабли оқимдаги электронларнинг, Нютон назарияси томонидан тақиқланган бўлишига қарамай, “туннел” ёки тўсиқ орқали кириб бориши эҳтимоли жуда оз. Шундай қилиб, зонд орқали оқадиган оқим материалдаги майда квант таъсирига ҳам сезгир. Квант назариясининг таъсирини кейинроқ батафсил муҳокама қиламан.)

Зонд, шунингдек, индивидуал атомларни ҳаракатга келтириш, индивидуал атомлардан ташқари содда “машиналар” яратиш учун етарлича сезгир. Технологиялар шунчалар ривожланганки, сиз компьютер экранда атомларни пайдо қилиб, курсорни шунчаки ҳаракатлантириш орқали уларни хоҳлаган тарафингизга суришингиз мумкин. Lego конструкторини ўйнаётгандек атомларни ихтиёрий равишда бошқаришингиз мумкин. Индивидуал атомлардан алифбо ҳарфларини ёзишдан ташқари чўт каби атом ўйинчоқлари яшаш мумкин. Атомлар вертикал уялардан ташкил топган юзага жойлаштирилади. Вертикал уялар ичига Buckyball (индивидуал углерод атомларидан ясалган “футбол тўпи”) жойлаштирилиши мумкин, бу углерод тўплари атомли чўтни ҳосил қилиб, ҳар бир уяда тепага ва пастга силжиши мумкин.

Электр нурлар орқали атом қурилмаларига ҳам шакл бериш мумкин. Масалан, Корнел университети олимлари инсон соч толасидан йигирма баробар кичик бўлган кремнийдан ишланган дунёдаги энг кичик гитарани яшашган. Унинг олти тори бўлиб, уларнинг ҳар бири юз атом қалинлигида ва торлар атом кучи микроскопи орқали чертилиши мумкин. (Гитарада мусиқа чалиш мумкин, лекин ундан чиқадиган частоталар инсон кулоғи диапазонидан анча юқори.)

Ҳозир бу “наномашиналар” арзимаган ўйинчоқлар ҳисобланади. Янада мураккаб узаткичли ва подшипникли машиналар ҳали ҳамон яратилишини

кутиб турибди. Муҳандислар ҳақиқий атом техникасини ишлаб чиқариш вақти келганига ишонишади. (Атом машиналари табиатда мавжуд. Бир хужайрали организмлар кичик тукларининг ҳаракати туфайли сувда эркин суза олади. Тукчалар ва хужайралар орасидаги бўғинни таҳлил қилганда, аслида айнан атом машинаси уларнинг ҳар томонга ҳаракатланишига имкон беришини кўриш мумкин. Шундай қилиб, нанотехнологияни ривожлантиришнинг калитларидан бири миллиардлаб йиллар олдин атом машиналари санъатини ўзлаштирган табиатдан нусха олишдир.)

## ГОЛОГРАММАЛАР ҲАМДА КЎРИНМАСЛИК

Инсонни қисман кўринмас қилишнинг яна бир усули – бу унинг орқа фонини расмга олиш ва ушбу тасвирни тўғридан-тўғри одамнинг кийими ёки унинг олдидаги ноёб бир экранга йўналтиришдир. Олд томондан қараганда бу одам шаффоф бўлиб қолганга ўхшаб кўринади ва ёруғлик қандайдир тарзда унинг танаси орқали ўтганга ўхшайди.

“Оптик ниқобланиш” деб номланувчи ушбу жараён устида Токио университетининг Тати лабораториясидан Наоки Каваками жиддий шуғулланиб келган. Унинг айтишича, ушбу технологиядан учувчиларга учиш-қўниш йўлагини ярим кабина орқали кўриш ёки ҳайдовчиларга машинани тўхташ жойида қолдираётганда атрофни ҳар томонлама текширишга ёрдам бериш учун фойдаланиш мумкин. Кавакамининг “кийими” киноэкран сингари ишлайдиган майда ёруғликни акс эттирувчи мунчоқчалар билан қопланган. Ортда содир бўлаётган нарсалар видеокамерада суратга олинади. Кейин бу тасвир видеопроекторга туширилади ва у ўз навбатида мазкур тасвирни олдиндаги кийимга йўналтиради, натижада ёруғлик одамнинг танасидан ўтаётгандек таассурот пайдо бўлади.

Лабораторияда оптик ниқоблаш тизимига эга кийимларнинг прототиплари аллақачон яратилган. Бундай кийим кийган одамнинг олд томонидан тўғри қаралса, у ғойиб бўлгандек туюлади, чунки бу ҳолатда фақат орқада содир бўлаётган нарсаларнинг тасвири кўринади. Аммо агар сиз ва сиз билан бирга кўзларингиз бир оз жойингиздан кўзғалиб, ўрнингизни ўзгартирсангиз ва шу билан кийимдаги тасвир ўзгаришсиз қолса, бу шунчаки ёлғон эканлиги аён бўлади. Янада реалроқ оптик ниқоблаш тизимида уч ўлчовли тасвир иллюзиясини яратиш керак, бунинг учун эса голограммалар керак бўлади.

Голограмма – бу лазерлар ёрдамида яратилган уч ўлчовли тасвир (“Юлдузлар жанги”даги малика Леянинг уч ўлчовли тасвирини эсланг). Махсус голографик камера ёрдамида одамнинг орқа фонини суратга тушириб, сўнгра унинг олдидаги махсус голографик экранда бу тасвирни

қайта тиклаб, уни кўринмас қилиш мумкин. Кузатувчи тасвирга олинган одамдан ташқари аслида унинг олдида турган ҳамма нарсанинг тасвири акс этган голографик экранни кўради. Одам худди кўздан ғойиб бўлгандай кўринади. Унинг ўрнида фоннинг аниқ уч ўлчовли тасвири бўлади. Жойингиздан кўзғалиб, у ер-бу ерга ўтиб қарасангиз ҳам, бу тасвир сохта эканлигини тушунолмайсиз.

Бу каби уч ўлчовли тасвирлар лазер нурларининг “когерентлиги”, яъни ундаги электромагнит тебранишларнинг қатъий равишда бир хил тарзда содир бўлиши ҳисобига пайдо булади. Голограммани яратиш учун когерент лазер нурини икки қисмга парчалаш керак. Нурнинг бир қисми фототасмага йўналтирилади, бошқаси ҳам худди шу фототасмага йўналтирилади, лекин объект акс эттирилганидан кейин. Нурнинг икки бўлаги интерференциясида дастлабки уч ўлчовли нур ҳақидаги барча маълумотларни ўз ичига олган интерференцион тасвир пайдо бўлади. Сурат чиқарилгандан кейин плёнкадаги тасвирлар у қадар умид бермаслиги мумкин – унда фақат ўргимчак инига ўхшаш тушунарсиз чизиқлар ва эгри-бугри нақшлар кўринади. Лекин бу плёнка орқали лазер нурини ўтказсангиз, объектнинг аниқ уч ўлчовли нусхаси мўъжиза сингари ҳавода пайдо бўлади.

Шунга қарамай, голографик кўринмаслик тадқиқотчилар учун жуда жиддий муаммолар туғдиради. Шулардан бири секундига камида 30 марта расмга олишга қодир голографик камерани яратишдир. Муаммолардан яна бири бу барча маълумотларни сақлаш ва қайта ишлашдир. Ва ниҳоят, тасвирни экранга шундай кўчириш керакки, у ҳақиқийдек кўринсин.

## **ТҮРТИНЧИ ЎЛЧАМ ЁРДАМИДА КЎРИНМАСЛИК**

Кўринмас бўлишнинг Герберт Уеллс томонидан “Кўринмас одам” романида ёзиб қолдирилган яна бир айёрона усулини эслатиб ўтиш жоиз. Ушбу усул тўртинчи ўлчам имкониятларидан фойдаланишни назарда тутди. (Кейинчалик китобда мен бундан юқорироқ ўлчамларнинг мавжудлиги ҳақида батафсил гапириб бераман.) Инсон бизнинг уч ўлчамли оламини тарк этиб, ундан юқорироқда – тўртинчи ўлчамда муаллақ туриб, нималар содир бўлаётганини четдан кузатиши мумкинми? Икки ўлчовли бир варақ қоғоз устида қанот қоқаётган уч ўлчовли капалак сингари бундай одам Борлиқнинг ҳар бир яшовчисига пастдан кўринмас эди. Муаммо шуки, юқори ўлчамларнинг мавжудлиги ҳали ҳам исботланмаган. Бундан ташқари, бундай ўлчамлардан бирига фараз қилинган саёҳат ҳозирги техника тараққиётининг ривожланиш даражасида ихтиёримизда бор бўлгандан кўра кўпроқ энергия талаб қилади. Агар кўринмасликка эришишнинг ҳақиқий усуллари ҳақида гапирадиган бўлсак, унда бу усул,

шубҳасиз, бизнинг бугунги кундаги билим ва имкониятларимиздан анча ташқарида.

Кўринмасликка етишиш йўлида эришилган улкан ютуқларни ҳисобга олган ҳолда, ўйлайманки, биз уни ишонч билан I даражали имконсизлик, дея таснифлашимиз мумкин. У ёки бу тарздаги кўринмаслик энг яқин ўн йилликлар ёки ҳеч бўлмаганда аср охирига келиб одатий ҳолга айланиши мумкин.



### III

## ФАЗЕРЛАР ВА ЎЛИМ ЮЛДУЗЛАРИ

*Радионинг келажаси йўқ. Ҳаводан оғирроқ бўлган учар машиналар бўлиши мумкин эмас. Тез орада рентген нурлари ёлгон эканлиги аён бўлади.*

*Лорд Келвин, физик, 1899 йил*

*Бу (атом) бомба ҳеч қачон портламайди. Мен буни портловчи моддалар бўйича мутахассис сифатида айтяпман.*

*Адмирал Уилям Лихи*

Тўрт... уч... икки... бир... ўт оч!

Ўлим юлдузи – бу ўртача ой ўлчамидаги каттакон қурол. Малика Леянинг ватани бўлмиш ҳимоясиз Алдераан сайёраси томон ўқ узиб, ўлим юлдузи уни бутунлай йўқ қилади. Бу сайёра бутун қуёш системаси бўйлаб парчаланиб кетиб, титаник портлаш алангасида йўқолади. Бир вақтнинг ўзида миллиард жон чексиз азоб ичида қичқиради ва шу билан галактиканинг ҳар қандай жойида сезиладиган кучларнинг ғазабига сабаб бўлади.

Аммо ҳақиқатда ҳам “Юлдузлар жанги” филмидаги ўлим юлдузига ўхшаш қурол бўлиши мумкинми? Лазерли қуроллар батареясини бутун бошли сайёранинг кулини кўкка совурадиган тарзда йиғиб, йўналтирса бўладими? Лук Скайуокер ва Дарт Вейдерларники каби ўзи аслида ёруғлик нуридан ташкил топган, аммо зирҳли пўлатни ҳам осонгина кесишга қодир машҳур ёруғлик қиличлари ҳақида нима дейиш мумкин? “Юлдузлар жанги” сериалидаги фазерлар сингари ёруғлик қуроллари келгуси авлод ҳуқуқ-тартибот ходимлари ва аскарлари учун мос қурол бўла оладими?

“Юлдузлар жанги”нинг янги, ўзига хос ва ажойиб махсус эффектлари миллионлаб томошабинларда унутилмас таассурот қолдирди, аммо кинотанқидчилар бошқача фикрда. Улардан баъзиларининг таъкидлашича, ҳа, албатта, филм ижодкорлари чин дилдан томошабиннинг диққатини тортишга ҳаракат қилишган, лекин аслида бундай нарсалар ҳақиқатга мутлақо тўғри келмайди. Танқидчилар бир овоздан такрорлашда давом этмоқдалар: бутун бошли сайёрани майда бўлакчаларга парчалаб ташлайдиган ой ўлчамидаги нурли қурол – бу кўз кўриб, қулоқ эшитмаган сафсата-ку; тўсатдан қаттиқ жисм ҳолатига кирадиган ёруғлик нуридан яратилган қиличлар ҳам бўлиши мумкин эмас. Буларнинг барчаси ҳатто узоқ-узоқлардаги галактикаларда бўлиш учун ҳам кўплик қилади. Бу сафар таниқли махсус эффектлар устаси Жорж Лукас бироз чегарадан чиққандек.

Эҳтимол, бунга ишониш қийиндир, аммо ёруғлик нурига чексиз миқдордаги энергияни сиғдириш мумкин; бу ерда ҳеч қандай жисмоний



чекловлар йўқ. Ўлим юлдузи ёки ёруғлик қиличининг яратилиши ҳеч қайси физика қонунларига зид эмас. Бундан ташқари, сайёрани портлатишга қодир бўлган гамма нурланиш тарами табиатда мавжуд. Узоқ масофадаги сирли гамма-чайқалишлар натижасида ҳосил бўлган нурланишнинг кучли чайқалиши узоқ коинотда портлаш содир этишга қодир, бундай портлаш куч жиҳатдан фақатгина Катта портлашдан кейин иккинчи ўринда туради. Бундай “қурол”нинг нишонидан турган ҳар қандай сайёра ҳақиқатан ҳам қовурилади ёки майда бўлақларга парчаланиб кетади.

## НУРЛИ ҚУРОЛЛАР ТАРИХИ

Нурланиш энергиясини жиловлаш орзуси аслида янги эмас; унинг илдизлари қадимги дин ва мифологияга бориб тақалади. Юнон худоси Зевс одамларни чақмоқ ёрдамида отганлиги билан машҳур. Шимол худоси Торнинг Мёллнир номли чақмоқ отишга қодир сеҳрли болғаси бўлган, ҳиндларнинг худоси Индра эса сеҳрли найзасидан энергетик нурлар отар эди.

Нурни ҳақиқий амалий қурол сифатидаги тасаввур қилиш Нютон ва Лейбницдан икки минг йил олдин, ўзининг примитив дифференциал ҳисоблари версиясини ишлаб чиқишга муваффақ бўлган буюк юнон математиги Архимеднинг асарларида пайдо бўлган. Милоддан аввалги 214 йил иккинчи Пуни уруши даврида Рим генерали Марцелла кўшинларига қарши афсонавий жангда Архимед Сиракузия қироллигини ҳимоя қилишга ёрдам бера туриб, катта қуёш нурларини акс эттирувчи батарея ясаган, қуёш нурларини душман кемаларининг елканларига қаратган ва шу тариқа уларни ёкиб юборган, деб ҳисоблашади. (Олимлар ҳалигача бундай нурли қурол ҳақиқатан ҳам ишлаган бўлиши мумкинми, деб баҳслашадилар; бир неча олимлар турли натижалар билан ушбу ютукни қайта тиклаб кўришга ҳаракат қилишган.)

Нурли қуроллар 1889 йилда Герберт Уэллснинг “Дунёлар уруши” классик романи билан илмий фантастика саҳифаларига кириб келди. Ушбу романда Марсдан келган ўзга сайёраликлар иссиқлик энергияси нурларини ўзларининг уч оёқли штативларга ўрнатилган қуролларидан йўналтириб, барча шаҳарларни вайрон қилишган. Иккинчи жаҳон уруши даврида дунёни забт этишда ишлатиш учун ҳамиша техниканинг энг сўнгги ютуқларини ўрганишга ва ўзлаштиришга тайёр бўлган нацистлар ҳам, турли хил нурли қуролларни, шу жумладан, параболик кўзгу ёрдамида кучли овозли нурларни йўналтирган акустик қурилмаларни синаб кўришган.

Фокусланган ёруғлик нури бўлган қурол Жеймс Бонд ҳақидаги “Голдфингер” филми намойиш этилгач, жамоатчиликнинг қизиқишини уйғотди; бу лазер намойиш этилган биринчи Голливуд филми эди. (Унда афсонавий инглиз айғоқчиси металл столга боғлаб қўйилган ва секинлик билан унга кучли лазер нури яқинлашган, аста-секин столнинг унинг оёқлари орасидаги қисми эрийди ва қаҳрамонни иккига ажратиб қўйишига бир баҳя қолади.)

Дастлаб, физиклар Уэллснинг романида тасвирланган нурли курол ғояси устидан шунчаки кулиб кўйишди, чунки бундай куроллар фанга маълум оптика қонунларига тўғри келмас эди. Максвелл тенгламаларига кўра, биз атрофимизда кўриб турган ёруғлик когерент эмас (яъни турли хил частоталар ва фазаларга эга тўлқинларнинг тўқнашувидир) ва тез тарқалади. Бир пайтлар когерент, фокусланган ва бир хил нурни, масалан, лазер нурини ҳосил қилишнинг иложи йўқ, деб ҳисоблашган.

## КВАНТ ИНҚИЛОБИ

Квант назарияси пайдо бўлгандан кейин ҳамма нарса ўзгарди. XX аср бошидаёқ Нютон қонунлари ва Максвеллнинг тенгламалари сайёралар ҳаракати ва ёруғлик хатти-ҳаракатларини жуда муваффақиятли тасвирлашига қарамай, улар изоҳлай олмайдиган ҳодисаларнинг бутун бир синфи мавжудлиги аниқ бўлди. Афсуски, улар нима учун материаллар электр энергиясини ўтказиши, нега металллар маълум ҳароратда эриши, нега газлар қиздирилганда ёруғлик чиқариши ва нима учун баъзи моддалар паст ҳароратда ўта ўтказувчанлик хусусиятига эга бўлиши ҳақида ҳеч нарса айтмаганлар. Ушбу саволларнинг исталган бирига жавоб бериш учун сиз атомларнинг ички динамикасини тушунишингиз керак. Инқилоб етилган эди. Нютон физикаси 250 йиллик ҳукмронликдан сўнг, ағдарилиши муқаррар эди; шу билан бирга, эски ҳукмроннинг қулаши янги физиканинг туғилишида турли қийинчиликлар бошланишидан дарак берарди.

1900 йилда германиялик Макс Планк Нютоннинг фикрича энергия узлуксиз эмаслиги, балки “квантлар” деб номланган майда дискрет “қисмлар” кўринишида мавжудлиги ҳақидаги тахминини баён қилди.

Сўнгра, 1905 йилда Эйнштейн ёруғлик ҳам кейинчалик фотонлар деб номланган бу майда дискрет пакетлардан (ёки квантлардан) иборатлигини эълон қилди. Ушбу оддий, аммо кучли ғоя ёрдамида, Эйнштейн фотоэлектрик эффектни, яъни нега металллар ёруғлик билан нурланганда электронлар чиқаришини тушунтира олди. Бугунги кунда фотоэлектрик эффект ва фотон телевидение, лазерлар, қуёш батареялари ва замонавий электрониканинг катта қисмини ташкил этади. (Эйнштейннинг фотон назарияси шу қадар инқилобий эдики, ҳатто Эйнштейнни қўллаб-қувватлаган Макс Планк ҳам аввалига бунга ишонмаган. Планк Эйнштейн ҳақида шундай деб ёзган эди: “Баъзан унинг адашиши... масалан, унинг ёруғлик кванти ҳақидаги гипотезаси билан бўлган воқеа каби ҳолларда уни айблаш мумкин эмас”.) Шундан сўнг, 1913 йилда даниялик физик Нилс Бор бизга атомнинг бутунлай янги қиррасини очиб берди; Борнинг талқинидаги атом кичрайтирилган қуёш тизимига ўхшар эди. Аммо ҳақиқий қуёш тизимидан фарқли ўлароқ, атомдаги электронлар ядро атрофида фақат дискрет орбиталар ёки қобиклар ичида ҳаракатлана олади. Электрон бир қобикдан иккинчиси – ядрога яқинроқ ва камроқ энергияга эга бўлганига “сақраб ўтганида”, у фотон энергиясини чиқаради. Аксинча, электрон фотонни

маълум бир энергия билан ютиб юборганида, у ядродан анча узоқроқ жойлашган ва кўпроқ энергияга эга бўлган қобиқ томон юқорига “сакрайди”.

1925 йилда квант механикаси ва Эрвин Шрёдингер, Вернер Гейзенберг ва бошқаларнинг инқилобий ишлари пайдо бўлиши билан атомнинг деярли тўлиқ назарияси пайдо бўлди. Квант назариясига кўра, электрон заррача бўлган, аммо у ҳам заррачанинг, ҳам тўлқиннинг хусусиятларини берадиган боғланган тўлқинга эга эди. Бу тўлқин Шрёдингер тўлқин тенгламасига бўйсунган ва бу атомнинг хусусиятларини, шу жумладан, Бор томонидан барча эълон қилинган электронларнинг “сакрашини” ҳисоблаш имконини берди.

1925 йилгача атомлар сирли жисмлар ҳисобланар эди; кўпчилик, файласуф Эрнст Мах кабилар, умуман уларнинг мавжудлигига ҳам ишонишмаган. 1925 йилдан сўнг, инсоният нафақат атомнинг динамикасини чуқур ўрганиш, балки унинг хусусиятларини аниқ башорат қилиш имкониятига эга бўлди. Ажабланарлиси шундаки, бу етарлича кучли компьютер ёрдамида кимёвий элементларнинг хусусиятларини тўғридан-тўғри квант назарияси қонунларидан келиб чиқиб ҳисоблаш мумкин, дегани эди. Нютон физикаси етарлича катта ҳисоблаш машинасига эга бўлган тақдирда, олимларга коинотнинг барча самовий жисмлари ҳаракатини ҳисоблашга имкон бергани каби, квант физикаси, олимларнинг фикрига кўра, борлиқнинг, истисносиз, барча кимёвий элементлари хоссаларини ҳисоблаб чиқишга имкон берарди. Бундан ташқари, етарлича кучли компьютерга эга бўлган ҳолда, одамзоднинг тўлиқ тўлқин функциясини яратиш ҳам мумкин бўларди.

## МАЗЕРЛАР ВА ЛАЗЕРЛАР

1953 йилда Беркли шаҳридаги Калифорния университети профессори Чарлз Таунс ҳамкасблари билан биргаликда микротўлқинлар шаклида илк когерент нурланиш ҳосил қилишга муваффақ бўлди. Қурилма мазер деб номланган (“maser” – “microwave amplification through stimulated emission of radiation” иборасининг биринчи ҳарфларидан олинган – “нурланишни кўзғатиш орқали микротўлқинли амплификация”). 1964 йилга келиб Таунс ҳамда рус физиклари Николай Басов ва Александр Прохоровлар Нобел мукофотига сазовор бўлди. Кўп ўтмай, олимларнинг натижалари кенг жамоатчиликка тарқалди. Шундай қилиб, лазер туғилди. Мазер эса, “Самовий йўл” сериали туфайли шуҳрат қозонган фантастик қурилма.

Лазернинг асоси, аслида, лазер нурини ўтказадиган махсус восита; бу махсус газ, кристалл ёки диод бўлиши мумкин. Кейин ташқи муҳитдан бу воситага электр, радио тўлқинлари, ёруғлик ёки кимёвий реакция ёрдамида энергия етказиб берилиши керак. Кутилмаган энергия оқими муҳитнинг атомларини кўзғатади, натижада электронлар энергияни ютади ва юқори энергияли ташқи электрон қобиқларга сакраб чиқади.

Бундай кўзғалган ва дамланган ҳолатда муҳит беқарор бўлади. Агар бундан кейин ёруғлик нурлари у орқали йўналтирилса, унда атомлар билан

тўқнашган нур фотонлари электронларнинг тўсатдан пастки орбиталарга тушишига ва кўшимча фотонларнинг пайдо бўлишига олиб келади. Бу фотонлар, ўз навбатида, янада кўпроқ электронларнинг фотонлар чиқаришига олиб келади. Шу тариқа, занжирли реакция деярли бир вақтнинг ўзида жуда кўп сонли – триллионлаб фотонларни бўшатиб, атомларни кўзгалмаган ҳолатга етказиб, худди ўша нурга “сиқиб” чиқара бошлайди. Ушбу жараённинг асосий хусусияти шундан иборатки, баъзи моддалар кўчкисимон озод бўлиш жараёнида барча фотонлар бир хилда тебранади, яъни когерент бўлади. (Қатор қилиб терилган доминоларни тасаввур қилинг. Энергия даражаси энг паст бўлган ҳолатда ҳар бир домино бўлаги стол устига текис ётади. Юқори энергияли, дамланган ҳолатда эса, муҳитнинг дамланган атомлари сингари вертикал ҳолатда тик туради. Битта домино бўлакчасини чертишингиз, бирдан бутун энергия чиқарилишига олиб келади. Лазер нурлари пайдо бўлиши ҳам худди шундай содир бўлади.)

Айрим материалларгина лазерда ишлай олади; бу фақат махсус моддалар ичида фотон кўзғатилган атом билан тўқнашганда, биринчисига тенг бўлган когерент фотон чиқаришини англатади. Модданинг бу хусусияти пайдо бўлаётган оқимдаги барча фотонлар бир текисда тебраниб, нозик лазер нурини ҳосил қилишига олиб келади. (Кенг тарқалган афсонадан фарқли ўлароқ, лазер нури ҳар доим бошида бўлгани каби ингичка бўлиб қолавермайди. Масалан, Ойга чиқарилган лазер нурлари аста-секин йўл-йўлакай кенгайиб боради ва ой юзасига етганда, бир неча километр ўлчамга эга бўлади.)

Оддий газ лазер бу гелий ва неон аралашмаси бўлган найча. Электр найча орқали ўтказилса, атомлар энергия олади ва кўзғалади. Кейин, агар газда сақланиб келган бутун энергия тўсатдан ажралиб чиқса, когерент ёруғлик нурлари ҳосил бўлади. Ушбу нур найчанинг иккала учига ўрнатилган иккита кўзгу ёрдамида кучайтирилади. Шунда нур навбат билан кўзгуда акс этади ва трубка бўйлаб у томондан бу томонга қараб силжийди. Кўзгуларнинг бири мутлақо шаффоф эмас, аммо иккинчиси унга тушаётган ёруғликнинг кичик қисмини ўтказди ва шу тариқа нурни ташқарига чиқаради.

Бугунги кунда лазерларни ҳамма жойда — озиқ-овқат дўкони кассасида, интернет тармоғига уланишни таъминлайдиган оптик толали кабелда, лазер принтерида ёки CD-плеерда ва замонавий компьютерда учратиш мумкин. Лазерлар кўз жарроҳлигида, татуировкаларни ўчириб ташлашда ва ҳатто, гўзаллик салонларида қўлланилади. 2004 йил статистикасига кўра дунё бўйлаб 5,4 миллиард доллардан ортиқ лазер сотилган.

## ЛАЗЕР ТУРЛАРИ ВА УЛАРНИНГ ХУСУСИЯТЛАРИ

Деярли ҳар куни лазерда ишлаш мумкин бўлган янги моддалар пайдо бўлганда ёки суюқликка энергия қуйишнинг янги усуллари топилганида янгидан-янги лазер турлари кашф қилинмоқда.

Энди савол туғилади, ушбу технологияларнинг бирортаси нурли қурол ёки ёруғлик қиличини яратишга қодирми? Ўлим юлдузини энергия билан таъминлай оладиган даражада кучли лазерни ҳосил қилиш мумкинми? Бугунги кунда ишчи материалга ва унинг ичига юборилувчи энергия (масалан, электр энергияси, кучли ёруғлик нурлари ва ҳатто кимёвий портлашлар) га қараб турли хил ҳайратланарли лазер турлари мавжуд. Улардан бир нечасини санаб ўтамиз.

Газли лазерлар. Ушбу тоифага жуда кенг тарқалган, барчамизга таниш қизил нур чиқарувчи гелий-неон лазерлари киради. Улар радио тўлқинлари ёки электр энергияси билан қувватланади. Гелий-неон лазерлари жуда заиф. Аммо карбонат ангидрид газ лазерлари оғир саноатдаги портлаш, кесиш ва пайвандлаш учун ишлатилиши мумкин ва улар умуман кўзга кўринмас жуда катта қувват эга нурларини яратиши мумкин.

Кимёвий лазерлар. Ушбу кучли лазерлар этилен ва азот трифлориди ёки НФЗ нинг ёниши каби кимёвий реакция натижасида энергия билан таъминланади. Бундай лазерлар ҳарбий соҳада фойдаланиш учун етарли кучга эга. Кимёвий лазерлар миллионлаб ватт қувватни ишлаб чиқара олиши мумкин. Улар АҚШ ҳарбий ҳаво ва қуруқлик лазерларида ишлатилади ва қисқа масофали ракетааларни учириш учун мўлжалланган.

Эксимер лазерлари. Ушбу лазерлар ҳам одатда инерт газ (масалан, аргон, криптон ёки ксенон) ва фтор ёки хлордан таркиб топган кимёвий реакциялар орқали қувватланади. Улар ултрабинафша нурлари ҳосил қилади ва яримўтказгичлар саноатида кичкина транзисторларни чипларга улашда ёки кўзни операция қилишнинг Ласик усулида фойдаланиш мумкин.

Қаттиқ ҳолатдаги лазерлар. Хром-сафир ёқутли кристаллдан (бунда хром-сафир ёқутга пушти ранг беради) ташкил топган дунёдаги илк лазер тури ҳисобланади. Кўплаб кристаллар иттрий, ҳолмий, тулий ва бошқа кимёвий элементлар билан биргаликда лазер нурларини юзага келтириши мумкин. Улар лазер нурининг юқори энергияли ультра қисқа импульсларини ишлаб чиқариши мумкин.

Яримўтказгич лазерлари. Барча турдаги электрон қурилмаларда жуда кенг фойдаланиладиган диодлар, асосан саноатда кесиш ва пайвандлашда қўлланилувчи кучли лазер нурларини ишлаб чиқариши мумкин. Худди шу яримўтказгичли лазерлар озик-овқат дўконларидаги савдо расталарида сизнинг маҳсулотларингиз штрих кодларини ўқишда ишлатилади.

Бўёқ лазерлари. Ушбу лазерларнинг нурланиш жисми сифатида органик бўёқлардан фойдаланилади. Улар секунднинг атиги триллиондан бир қисмига қадар давом этадиган вақтда ультра қисқа ёруғлик нурларини яратиш имконини беради.

## ЛАЗЕРЛАР ВА НУР ҚУРОЛЛАРИ

Ҳар хил тижорий лазерлар ва жуда катта қувватга эга ҳарбий лазерларнинг мавжудлигини ҳисобга олиб, нега бизда ҳалигача жанговар ва жанг майдонида фойдаланиш учун нурли қурол мавжуд эмас? Илмий фантастик филмларда нурли қуролларни стандарт қурол сифатида кўриб ўрганганмиз-ку. Нега уларни яратиш устида ишламаяпмиз? Жавоб жуда жўн – бунга сабаб бизда кўчма қувват манбайининг етишмаслиги. Нурли қурол учун улкан электр станцияси қувватига тенг, аммо сизнинг кафтингизга сиғадиган даражада кичик ҳажмдаги қувват тўпламлари керак бўлади. Ҳозирги вақтда йирик электр станцияси бера оладиган қувватга эга бўлишнинг ягона йўли улардан биттасини қуришдир. Бундай энергияни сақлай олувчи энг кичик ҳарбий мослама – минятурали водород бомбаси афсуски нафақат нишонни, балки сизни ҳам йўқ қилиб юбориши мумкин.

Иккинчи муаммо ҳам бор — бу нурланаётган жисмнинг ёки воситанинг етарлича чидамли эмаслиги. Назарий жиҳатдан, лазерда йиғиладиган энергиянинг чегараси йўқ. Аммо муаммо шундаки, қўлда ишлайдиган нурли қуролда нурланаётган жисм барқарор бўлмайди. Масалан, кристалл лазерлар ҳаддан ташқари қизиб кетиши, уларга жуда кўп энергия йиғилганда эса, ёрилиб кетиши ҳам мумкин. Демак, объектни буғлаш ёки душманни зарарсизлантира олиш даражасидаги кучли лазерни яратиш учун портлаш кучидан фойдаланиш керак бўлади. Бундай ҳолатда, нурланаётган жисм барқарорлиги чеклов бўла олмайди, чунки бундай лазерни фақат бир марта ишлатилиш мумкин.

Кўчма қувват манбаларини ва нурланишга чидамли моддаларни ҳосил қилишда мавжуд муаммолар ва бугунги кун технологиялари билан қўлда ушлаш мумкин бўлган нурли қуролни яратиш имконсиз. Умуман олганда, нурли қуролларни яратиш мумкин, фақат улар кабел орқали қувват манбайига уланган бўлсагина. Эҳтимол, қачондир нанотехнология ёрдамида қўлда ушлаш мумкин бўлган нурли қуролга зарур ҳисобланган, кучли портлашларни келтириб чиқариш учун етарли энергияни сақлай оладиган ёки ишлаб чиқаришга қодир кичик қувватловчи қурилмани ярата олармиз. Афсуски, ҳозир кунда, кўриб турганимиздек, нанотехнология жуда содда. Ҳа тўғри, атомлар борасида олимлар ақлга сиғмайдиган даражадаги атом қурилмаларни яратишга муваффақ бўлишди, аммо атом абак ва атом гитара яратиш имконсизлигича қолди. Аммо бу асрнинг охири ёки ундан кейинги даврларга келиб, нанотехнология, албатта, бизга бундай катта

ҳажмдаги энергияни сақлашга қодир кичик қувватловчи қурилмаларни яратиш имконини беради.

Нурли қиличлар билан ҳам шундай муаммо юзага келади. “Юлдузлар жанги” филми биринчи марта 1970 йилларда пайдо бўлди ва ўшанда нурли қилич болалар орасида энг кўп сотиладиган ўйинчоқ эди, кўплаб танқидчилар бундай қурилмани ҳеч қачон яшаш мумкин эмаслигини таъкидлади. Биринчидан, нурни қаттиқ ҳолатга келтириш мумкин эмас. Нур ҳар доим ёруғлик тезлигида юради; уни қаттиқ ҳолатга келтириш имконсиз. Иккинчидан, “Юлдузлар жанги” да ишлатилган нур ўчиргичлари каби ёруғлик нурларини ҳам ҳавода бирдан ўчириб бўлмайди. Ёруғлик нурларини тўхтатиб бўлмайди, улар доим ҳаракатда бўлади; чинакам нурли қилич нурлари осмонгача чўзилиб кетиши мумкин.

Аслида, плазма ёки ўта кучли ионлаштирилган газдан фойдаланган ҳолда қандайдир ёруғлик мосламасини яратиш мумкин. Агарда плазма ёки пўлат бўлаги етарлича қиздирилса қоронғуликда порлаши мумкин. Бунда плазмали нурли қилич телескоп сингари тутқичдан сирғаладиган ингичка, ичи бўш найчадан иборат бўлади. Ушбу тутқичлар ичида иссиқ плазмалар ҳосил бўлади ва найча бўйлаб жойлаштирилган кичик тешиклардан ташқарига чиқа бошлайди. Плазма тутқичдан чиқиб, кейин найча бўйлаб юқорига кўтарилади ва тешиклардан чиққанда, ҳатто пўлатни ҳам эритиб юбориш учун етарли кучга эга суперўтказгичли газ найчасини ҳосил қилади. Ушбу қурилма баъзан плазма машъали деб номланади.

Шундай қилиб, нурли қиличга ўхшаш юқори энергияли қурилмани яратиш мумкин. Аммо нурли қуруллар билан бўлгани каби, сиз юқори энергияли кўчма қувват тўпламини яратишингиз керак бўлади. Ё нанотехнологиялар орқали жуда катта миқдордаги қувватни етказиб берадиган кичик қувватловчи қурилма яратишингиз керак, ёки бўлмаса сизга нурли қилични қувват манбайи билан таъминлаш учун узун кабеллар керак бўлади бўлади.

Шундай қилиб, бугунги кунда қандайдир тарзда нурли қуруллар ва нурли қиличларни яратиш мумкин бўлса-да, фантастик филмларда учрайдиган қўл қуруллари ҳозирги технологиялардан анча устундир. Аммо кейинги йилларда материалшунослик ва нанотехнологиянинг ривожланиши, бизга уларни II даражали имконсизликлар деб талқин қилишга имкон берувчи нурли қурулларнинг яратилишига туртки бериши мумкин.

## ЎЛИМ ЮЛДУЗИ УЧУН ЭНЕРГИЯ

Ўлим юлдузи лазер тўпини яратиш “Юлдузлар жанги” филмида тасвирланганидек бутун сайёрани йўқ бўлиб кетишига сабаб бўлиши ва ҳатто галактикани ваҳимага солиб қўйиш мумкин. Аммо унинг учун ҳар қачонгидан ҳам кучли бўлган лазерни яратиш керак. Ҳозирда Ердаги энг кучли лазерлардан фақат юлдузлар марказидаги ҳароратни аниқлаш учунгина фойдаланилмоқда. Эҳтимол, бир кун келиб ушбу лазерлар ва уларга асосланган синтез реакторлари Ердаги юлдузларнинг кучини жиловлашда фойда бериши мумкин.

Олимлар космосда юлдуз шаклланишида содир бўладиган жараёнларни синтез реакторлари орқали такрорлашга уринмоқдалар. Юлдуз дастлаб шаклсиз водород газидан иборат катта коптокдек бўлади, кейин тортишиш кучи газни сиқиб чиқаради ва шу билан уни иситади; охир-оқибат ҳарорат астрономик даражага етади. Масалан, юлдуз ядросидаги ҳарорат 50 миллиондан 100 миллион даражагача кўтарилиши мумкин, бу иссиқлик водород ядроларининг бир-бирига сингиб кетишига олиб келади ва гелий ядролари ҳамда энергия ҳосил бўлишига сабаб бўлади. Бунда водороддан гелий ажралиш жараёнида оз миқдордаги масса Эйнштейннинг машҳур  $E = mc^2$  тенгламасига мувофиқ энергияга айланади. Бу энергия юлдузларнинг қувват манбайи бўлиб хизмат қилади.

Ҳозирги кунда олимлар Ердаги термоядровий синтезни тўхтатиш мумкин бўлган иккита йўлни таклиф қилмоқдалар. Иккаласини ҳам амалга ошириш кутилганидан-да анча қийин бўлиши ўз тасдиғини топмоқда.

## ИНЕРЦИАЛ БОШҚАРИЛАДИГАН ТЕРМОЯДРО СИНТЕЗИ

Биринчи метод инерциал бошқарувга асосланган бўлиб, лабораторияда сунъий қуёш бўлагини яратиш учун Ер юзидаги энг кучли лазерлардан фойдаланилади. Неодимий шишасига жойлаштирилган қаттиқ лазер фақатгина юлдузлар ядросида мавжуд бўладиган ўта юқори ҳароратни олиш имконини беради. Бу лазер тизимларининг ҳажми бир улкан завод катталигида бўлиб, узун туннель бўйлаб параллел лазер нурлари сериясини йўналтирадиган лазер батареясини ўз ичига олади. Сўнгра ушбу лазер нурлари сферик сирт атрофига ўрнатилган кўплаб майда кўзгуларда акс этади. Кўзгулар юқори аниқлик билан барча лазер нурларини бир жойга тўплайди ва уларни водородга бой бўлган кичик шарчага (литий дейтериди, водород бомбасининг актив моддаси каби) йўналтиради. Олимлар, одатда, митти тугма ўлчамидаги ва оғирлиги атиги 10 грамм атрофида бўлган шарчадан фойдаланадилар.



Лазер нурунинг чақнаши шарча юзасини қиздиради ва бу модданинг устки қатламининг парланиб, шарча ҳажмининг кичрайишига сабаб бўлади. Шарча майдаланиб кетади ва шундан ҳосил бўлган зарб тўлқини шарчанинг марказигача етиб боради ҳамда шарча ичидаги ҳароратни бир неча миллион градусга кўтаради. Бу эса, водород ядросини гелий ядросига айлантиради. Ҳарорат ва босим шундай даражага етадики, улар юлдуз ядролари ва водород бомбалари учун ҳам ўринли бўлган “Лоусон мезонлари” га мос келади. (Лоусон мезонлари водород бомбасида, юлдузда ёхуд бошқа термоядровий қурилмада термоядро синтези реакциясини амалга ошириш учун маълум даражадаги ҳарорат, зичлик ва вақтга эга бўлиш зарурлигини кўрсатади.)

Инерциал бошқариладиган термоядро синтези жараёнида нейтронлар билан бирга жуда катта миқдорда энергия ажралиб чиқади. (Цельсий шкаласи бўйича литий дейтерид ҳарорати 100 млн градусгача кўтарилиши, зичлиги эса қўрғошинга нисбатан йигирма марта зичроқ ҳолатга келиши мумкин.) Шарчадан нейтронлар тўлқини отилиб чиқади. Нейтронлар реактор атрофини ўраб турган сферик қобиқ ичига тушади ва уни қиздиради. Олинган иссиқлик ёрдамида сув қайнатилади, унинг буғи эса турбинани айлантриш ва электр энергиясини олиш учун ишлатилади.

Бироқ муаммо бу қадар юқори энергияга эга бўлган нурларни йиғиш ва кичик шарча юзаси бўйлаб тенг тақсимлашдадир. Лазер термоядро синтезни амалга оширишдаги илк жиддий уриниш натижаси Шива лазер тизими бўлди. У Лоуренс номидаги Ливермор миллий лабораторияси (ЛЛНЛ) да тайёрланган бўлиб, 1978 йилда тақдим этилган ва лазер тизими йигирмата нурдан иборат бўлган. (Шива — кўпнурли лазер тизимини эслатадиган ҳиндларнинг кўпқўлли худоси.) “Шива” лазер тизимининг фаолияти натижалари унчалик қувонарли бўлмаса-да, у лазер термоядро синтези техник жиҳатдан ишлай олишини исботлаш учун етарли бўлди. Кейинчалик “Шива” ўрнини “Нова” эгаллади, у “Шива” дан ўн карра кучлироқ эди. Аммо “Нова” ҳам водород шарчасини зарурий ҳарорат билан таъминлай олмади. Шунга қарамай, бу системалар Ливермор миллий лабораториясида 1997 йилдан қурила бошлаган National Ignition Facility(NIF) да ўз изланишлари йўлида давом этдилар.

НИФнинг фаолияти 2009 йилда бошланиши кўзда тутилди. 192 та лазерли батареяга эга бўлган ушбу машина қисқа импульсда 700 трлн ватт куч бера олади. (Бир портлашда тахминан 700000 та йирик атом энергоблоклари ажралиб чиқади.) Ушбу янги лазер тизими водород шарчаларини етарли даражада қиздиришга эришишга қаратилган. (Танқидчилар бу лазер тизимининг ошкора ҳарбий мазмунига ҳам эътибор қаратдилар — ахир бундай тизим водород бомбаси портлаш жараёнини ёдга солади, эҳтимол у янги типдаги ядро қуроли, яъни портлаши учун ҳеч

қандай уран ёки плутон атом заряди зарур бўлмаган синтез жараёнига асосланган ҳақиқий термоядровий қуроли яратилишига йўл очиб берар?)

Аммо, ҳаттоки Ер юзидаги энг қудратли лазерларни жамлаган NIF термоядро синтези машинаси “Юлдузлар жанги” даги “Ўлим юлдузи” нинг ҳалокатли қудрати билан куч синашишда ожизлик қилмоқда. Бундай қуролини яратиш учун биз бошқа куч манбаларини қидиришимиз лозим.

## МАГНИТ МУҲИТИНИНГ БОШҚАРИЛИШИ

Олимларнинг “Ўлим юлдузи” ни энергия билан таъминлашда фойдаланиши мумкин бўлган иккинчи усули “магнит тутилиши” деб аталади, бу жараёнда магнит майдонида водород газининг иссиқ плазмаси мавжуд бўлиб, у илк тижорий термоядровий реакторларни прототип билан таъминлайди. Ҳозирги вақтда энг замонавий термоядровий лойиҳа Халқаро Термоядровий Реактор (ITER, International Thermonuclear Experimental Reactor) ҳисобланади. 2006 йилга келиб бир неча давлатлар коалицияси (шу жумладан, Европа Иттифоқи, АҚШ, Хитой, Япония, Корея, Россия ва Ҳиндистон) Франциянинг жанубидаги Кадараче шаҳрида ITER ни қуришга қарор қилишди. Унда водород 100 млн даражадаги сантиградгача қиздирилиши керак эди. У истеъмол қилганидан-да кўпроқ энергия ишлаб чиқарадиган тарихдаги биринчи термоядровий реактор бўлиши мумкин. ITER 500 секундда 500 мегаватт қувватни ишлаб чиқаришга мўлжалланганди (жорий рекорд 1 секундда 16 мегаватт қувватни ташкил этади). Биринчи плазма ITER да 2016 йилгача ишлаб чиқилиши ва 2022 йилда тўлиқ ишга туширилиши керак эди. Лойиҳа фонди 12 млрд долларга тенг бўлиб, тарихда Манҳеттен лойиҳаси ва Халқаро космик станциядан кейинги учинчи энг қиммат илмий лойиҳа ҳисобланади.

ITER нинг тузилиши катта эшакка ўхшайди, ичида водород газни айланиб туради; улкан симлар эса, унинг атрофида айланади. Ўрамлар ҳаддан ташқари ўтказувчан бўлгунча совитилади ва шундан кейин уларга катта миқдордаги электр энергияси помпаланади. Бу эса эшак ичидаги плазмани чегаралайдиган физикада имконсиз деб ҳисобланган магнит майдонини ҳосил қилади. Эшак ичкарасига электр токи киритилганда, газ ҳароратга қараб қизийди.

ITER олимларини хурсанд қиладиган нарса арзон энергия манбайини яратиш истиқболдир. Термоядровий реакторлари учун оддий водородга бой денгиз суви ишлатилади. Ҳеч бўлмаганда қоғозда тугамайдиган, арзон энергия билан таъминлашади.

Шундай шароитда савол туғилади, нега энди бизда термоядровий реакторлар йўқ? Нима учун 1950 йилларда термоядровий жараён харитага киритилганидан кейин тараққиёт учун кўп йиллар талаб қилинди? Муаммо

шуки, водород ёқилғисига бир текисда босим ўтказишда қийинчиликлар пайдо бўлди. Юлдузларда тортишиш кучи водород газини мукамал сферада сиқиб чиқаради. Шунда газ тенг ва тоза иситилади.

NIF лазер синтезида грануланг сиртини ёндирадиган лазер нурларининг концентрик нурлари мукамал даражада бир хил бўлиши керак ва бу бир хилликка эришиш жуда қийин. Магнитни чегаралайдиган машиналарда, магнит майдонларида ҳам шимолий, ҳам жанубий қутблар мавжуд, шу сабабдан газни сферага тенг равишда чиқариш жуда мушкул. Қўлимиздан келадиган энг тўғри йўл донут шаклидаги магнит майдонини яратишдир. Аммо газ босимини орттириш балонни сиқиш билан баробар. Ҳар сафар балонни бир учига сиқсангиз, ҳаво бошқа тарафдан чиқади. Балонни бир вақтнинг ўзида ҳар томонга тенг равишда сиқишнинг имкони йўқ.

Иссиқ газ одатда, магнит шишадан оқиб чиқади, натижада реактор деворларига тегиб, термоядровий жараёни тўхтатади. Шу сабабли водород газини бир сониядан кўпроқ вақт давомида сиқиш жуда қийин кечади. Амалдаги ядро электр станцияларидан фарқли равишда, синтез реактори катта миқдордаги ядровий чиқиндиларни келтириб чиқармайди (доимги зарарсизлантириш заводларининг ҳар бири йилига 30 тоннадан юқори даражадаги ядровий чиқиндиларни ишлаб чиқаради. Термоядровий реакция тугатилгандан кейин эса радиоактив пўлат ҳосил бўлади).

Яқин келажакда ердаги энергия инқирозини ҳеч ким ҳал қилолмайди. Физика соҳасида Нобел мукофоти лауреати, француз Пьер-Жилль де Женн: “Биз қуёшни қутига соламиз. Шубҳасиз, бу ажойиб фикр, муаммо шундаки, биз қутини қандай қилиб яратишни билмаймиз”, дея таъкидлайди. Агар изанишлар муваффақиятли амалга ошса, тадқиқотчилар 40 йил ичида ITER уйларни электр энергияси билан таъминлай оладиган термоядровий энергияни тижоратлаштиришга йўл очиб беришига умид қилишмоқда. Бир кун келиб, термоядровий реакторлар қуёш мергиясини хавфсиз усулда олиб, ердаги энергетика билан боғлиқ муаммоларни ҳал қилиши мумкин.

Аммо, ҳаттоки, магнитли термоядровий реакторлар ҳам “Ўлим юлдузи” қуролини ишга тушириш учун етарли энергия бера олмайди. Буни амалга ошириш учун эса бизга мутлақо янги ғоя керак бўлади.

## **ЯДРО НУРЛАНТИРУВЧИ РЕНТГЕН ЛАЗЕРЛАРИ**

Бугунги кун технологиясига асосланган ҳолда, водород бомбасидан фойдаланиб ўлим юлдузи лазер тўпини яратишнинг яна бир имконияти мавжуд. Назарий жиҳатдан, ядро қуролининг кучидан фойдаланувчи ва йўналтирувчи рентген нурларининг батареяси бутун сайёрани портлатиб юбориш қудратига эга қурилмани бошқариш учун етарли энергия ишлаб чиқариши мумкин.

Ядро реакциялар кимёвий реакцияларга қараганда бирлик масса учун тахминан 100 миллион марта кўпроқ энергия ажратади. Гарчи атиги 1% масса энергияга айлантирилса-да, теннис коптокчасидай келадиган бойитилган уран бутун шахарни олов бўронида ёқиш учун кифоя қилади. Юқорида айтиб ўтганимиздек, энергияни лазер нурига, яъни унинг ишчи қатламига юбришнинг кўплаб усуллари мавжуд. Ушбу усуллар ичида нисбатан қудратлироғи – бу ядровий бомба портлаши орқали юзага келган энергия кучидан фойдаланишдир.

Рентген нурлари тўлқини жуда кичик ҳажмдаги диапазонга эга бўлганлиги сабабли у оддий усуллар билан бажариш мушкул бўлган атомлар масофасини кузатиш ва мураккаб молекулаларнинг атом тузилишини тушуниб олиш учун имкон беради. Ҳаракатдаги атомларни “кўриш” ва уларнинг молекула ичидаги жойлашувини ажрата билиш бизни кимёвий реакцияларга мутлақо янгича нигоҳ билан қарашга ундайди.

Водород бомбаси рентген нурлари шаклида катта миқдордаги энергия ишлаб чиқаргани сабабли рентген лазерларини ядровий портлаш энергияси билан ҳам таъминлаши мумкин. Водород бомбасининг “отаси” Эдвард Теллер илм-фан соҳасида ҳаётини рентген лазерлари билан чамбарчас боғлаган инсон сифатида тан олинади.

Шуни таъкидлаб ўтиш лозимки, физик олим Теллер 1950 йил Конгресс олдида илгари Манҳеттен лойиҳаси устида иш олиб борган Роберт Оппенгеймерга унинг сиёсий қарашлари туфайли водород бомбаси устида олиб борилган ишнинг кейинги тақдирини ишониб бўлмаслигини айтади. Табиийки, Теллернинг ушбу кўрсатмаларидан сўнг Оппенгеймер бадном бўлди ва махфий маълумотлардан фойдаланиш ҳуқуқидан маҳрум қилинди. Кўплаб таниқли физиклар бу иши учун Теллерни кечира олмайдилар.

(Теллер билан ўртамиздаги ўзаро муносабатлар ўрта мактабда ўқиб юрган кезларимдаёқ бошланган эди. Мен антимодал (антизарралардан ташкил топган модда) табиатига оид бир қатор тажрибалар олиб бордим ва Сан-Франциско илмий ярмаркаси бош мукофотига сазовор бўлдим. Нью-Мексико штатида бўлиб ўтадиган Албукерке миллий илмий ярмаркасига йўллангани қўлга киритдим. Шундай қилиб, ёш ва иқтидорли физикларга доим қизиқишда бўлган Теллер билан бирга маҳаллий телевидениеда чиқиш қилишга ҳам муваффақ бўлдим. Кейинроқ эса Теллердан Гарвард коллежининг ўқиш пулини тўлаш учун катта ёрдам берган “Герц номидаги инженерлик стипендияси”ни олдим. Берклидаги Теллер хонадонига қилган ташрифим сабабли мен унинг оиласи билан анчайин таниш бўлиб қолган эдим.)

Теллернинг рентген лазери мис симлар билан ўраб олинган кичик ядровий бомба ҳисобланади. Ядровий қурол портлаши интенсив рентген нурларининг шарсимон шаклдаги зарб тўлқинини ажратади. Ушбу кучли энергия нурлари лазернинг ишчи қатлами ҳисобланган ва рентген энергиясини кучли нурларга йўналтирадиган мис симлар орқали ўтади. Бунинг натижасида пайдо бўлган рентген нурларини душманнинг жанговар зарбаларига қарши йўналтириш

мумкин. Албатта, бундай курилма фақат бир марта ишлатилади холос, чунки ядровий портлаш рентген лазерининг ўз-ўзини йўқ қилишига олиб келади.

1983 йил бўлиб ўтган биринчи рентген лазер синови "Кабра тести" (Cabra) деб номланган. Ерости конида водород бомбаси портлатилганидан сўнг тартибсиз рентген нурланиш оқими йўналтирилиб, изчил рентген лазер нурига айлантирилганди. Дастлабки синовлар муваффақиятли, деб топилди ва турган гапки, ушбу муваффақият 1983 йилда президент Рейганнинг "Юлдузлар жанги"даги каби мудофаа қалқони қуриш тўғрисидаги мақсадини ўз тарихий баёнотида эълон қилишига туртки берди. Шундай қилиб, душманларнинг баллистик ракета (қитъалар аро ракета) ларини ўққа тутиш учун ядровий рентген лазерлари каби курилмалар тармоғини яратишни кўзда тутувчи кўп миллиард долларлик дастур ишга туширилди. Ушбу дастур доирасидаги ишлар ҳозирда ҳам давом этмоқда. (Кейинчалик, тарихий синов пайтида радиацияни қайд этиш ва ўлчаш кўрсаткичи бузилгани аниқланди. Шу боис унинг кўрсатмаларига унчалик таяниб бўлмас эди.)

Хўш, оддий мосламалар ёрдамида баллистик ракета зарбаларини қайтариш мумкинми? Эҳтимол. Шунини унутмаслигимиз керакки, душман бундай қуролларни зарарсизлантиришнинг кўплаб оддий ва арзон усулларидан фойдаланиши мумкин (масалан, у радарни алдаш учун миллионлаб арзон тузоқлар қўйиши, рентген нурларини тарқатиш учун жанговар қуроллар каллакларини айлантириши ёки рентген нуридан ҳимоя қилиш учун кимёвий қоплама билин ҳимояланиши эҳтимолдан ҳоли эмас). Охир-оқибат, душман шунчаки сон жиҳатидан кўп бўлган "Юлдузлар жанги" қалқонини тешиб ўтувчи оммавий жанговар қуроллар ишлаб чиқаришни йўлга қўйиши мумкин.

Шунинг учун ҳозирда ядровий энергияга эга рентген лазерлари ракета хужумларидан ҳимоя қила олмайди. Аммо улардан бутун сайёрани йўқ қилиш ёки яқинлашиб келаётган астероидга қарши самарали ҳимоя воситаси сифатида фойдаланиш мумкин бўлган ўлим юлдузини яратишнинг имкони бор.

## **ЎЛИМ ЮЛДУЗИНИНГ ФИЗИКАСИ**

Юлдузлар жангида бўлгани каби бутун оламни йўқ қила оладиган қуроллар яратилиши мумкинми? Назарий жиҳатдан, ҳа. Бунинг бир неча йўллари мавжуд.

Водород бомбаси портлаши натижасида чиқадиган энергиянинг физик чегараси йўқ. Мана, у қандай ишлайди. (Ҳатто бугунги кунда водород бомбаси ҳақидаги батафсил маълумотлар АҚШ ҳукуматининг энг юқори даражадаги махфий ахборотлари ҳисобланади, аммо умуман олиб қараганда, унинг тузилиши деярли маълум.) Водород бомбасининг тайёрланиши бир неча босқични ўз ичига олади. Зарурий босқичларни мос равишда кетма-кет бирлаштириб, маълум бир кучга эга бўлган ҳар қандай ядровий бомба яратиш мумкин.

Биринчи босқич – бўлиниш реакциясидаги стандарт бомба ёки атом бомба. Бунда уран-235 энергияси, худди Хиросимада содир бўлгани каби, рентген

нурларини келтириб чиқариш учун ишлатилади. Атом бомбаси парчаланишидан бир неча сония ўтгач, кучли рентген тўлқин доираси пайдо бўлади. Мазкур нурланиш ёруғлик тезлигида содир бўлгани учун портлашнинг ўзидан кўра тезроқ суръатга эга. Унинг нурлари қайтадан бир нуқтага тўпланади ва водород бомбасининг фаол моддаси бўлган литий дейтеридли идишга йўналтирилади. (Бу жараён қандай амалга оширилиши ҳали-ҳануз давлат сиридир.) Рентген нурлари дейтерид литийга тушади ва унинг дарҳол қисқаришига ҳамда миллион даражагача исишига олиб келади. Иккинчи портлаш биринчисига қараганда анча кучли эффектни келтириб чиқаради. Яъни кейинги портлаш натижасида вужудга келган рентген нурланиш литий дейтериднинг иккинчи қисмига йўналтирилиши асносида учинчи портлашни келтириб чиқариши мумкин. Литий дейтеридли кўплаб контейнерларни ёнма-ён жойлаштириш орқали ақл бовар қилмас кучга эга бўлган водород бомбасини яратиш мумкин. Шундай қилиб, инсоният тарихидаги энг кучли бомба 1961 йилда Совет Иттифоқи томонидан портлатилган икки босқичли водород бомба эди. Назарий жиҳатдан бу бомба 100 мегатондан ортиқ ТНТ (тринитротолуол) ишлаб чиқаришга қодир бўлган эса-да, ўшанда 50 миллион тонна ТНТ қувватига эга портлаш юз берди (бу Хиросимага тушган бомбадан тахминан 5,000 марта кучлироқ эди).

Бироқ бутун сайёрани эритиш учун бутунлай бошқа қувват керак. Бунинг учун ўлим юлдузини космосга отадиган бу каби минглаб рентген лазерини бир вақтнинг ўзида ишга тушириш керак эди. (Таққослаш учун айтиш лозимки, совуқ уруш даврида Америка Қўшма Штатлари ва Совет Иттифоқи 30,000 атрофида ядровий бомба тўплаган.) Бунда кўплаб рентген лазерларининг бирлашган энергияси сайёра юзасини эритиб юбориш учун етарли эди. Англашиладики, биздан юз минг йиллар кейинги келажак галактик империяси, албатта, бундай қуролларни яратиши мумкин.

Юқори даражада ривожланган цивилизация учун яна бир йўл бор: гамма-нурли портлашларнинг космик манба энергиясидан фойдаланувчи ўлим юлдузини яратиш. Бундай ўлим юлдуздан фақатгина Катта портлашдан кейинги иккинчи даражали нурланишни юзага келтирадиган чакнаш содир бўлади. Гамма-нурли портлаш манбалари табиий ҳодиса бўлиб, улар фазода мавжуддир; шунга қарамай, бир кун келиб ривожланган цивилизация уларнинг улкан энергиясини жиловлаши мумкин. Агар биз юлдуз айланишини гипернованинг (жуда катта ёруғлик ва энергия ишлаб чиқарадиган портловчи юлдуз) туғилишидан анча олдин назорат қила олсак, гамма-нурли портлашлар манбаи “зарба”сини фазонинг исталган нуқтасига йўналтиришимиз мумкин.

## **ГАММА-НУРЛИ ПОРТЛАШ МАНБАЛАРИ**

Гамма нурларининг илк ҳаракати Америка ҳарбийлари томонидан 1970 йилда ядровий қуролга оид хусусиятларни аниқлаш учун жўнатилган “Вела” (Vela) космик кемаси ёрдамида рўйхатга олинган. Аммо кема ядровий қуроллар ҳақида маълумот йиғиш ўрнига, космосда турган ҳолда гамма нурларининг

ҳаракатини аниқлаган. Аслини олганда, бу ҳодиса Пентагонда жуда катта шов-шув ва кўрқувга сабаб бўлди. Уларнинг хаёлларида Совет Иттифоқи янги курулни фазода текшириб кўрмоқда, деган шубҳа бор эди. Кейинроқ уларнинг аниқлашича, бу ҳаракатлар гамма нурларига боғлиқ бўлиб, улар фазонинг барча томонлари – турли йўналишлар бўйлаб Сомон йўли ташқарисидан кираётган эди. Лекин уларни битта савол қийнади, агар бу моддалар ҳақиқатан ҳам галактика ташқарисидан келаётган бўлса, улар бутун галактикани йўқ қилишга қодир кучга эга бўлишлари мумкинми?

1990 йил Совет Иттифоқи қулаганидан сўнг, Пентагон кутилмаганда кўплаб астрономик маълумотларни ошкор қилди. Астрономлар эса бундан ҳайратда эдилар ва шуни англаб етдиларки, қаршиларида янги бир сирли ҳодиса турар эди, улар худди бутун коинот китобини қайтадан ёзишлари керакдек эди гўё.

Гамма нурларининг ҳаракати бир неча сониядан то бир неча дақиқагача давом этади, сўнг кўздан ғойиб бўлади. Фақатгина мураккаб техника ва системалар ёрдамида уларни аниқлаш ва текшириб кўриш мумкин. Аввало, сунъий йўлдош нурларнинг қандай радиусда ҳаракатланаётганлигини аниқлайди ва унинг координаталарини ортга – Ер сайёрасига жўнатади. Қўлга киритилган координаталар ўз навбатида самовий соҳада белгиланган нуқтага йўналтирилган оптик ва радиотелескопларга юборилади.

Гарчи кўплаб тафсилотларни аниқлаштириш керак бўлса-да, улар тўғрисида бир назария маълум. Гамма нур портлашининг келиб чиқиши жуда катта кучнинг гиперновалари бўлиб, улар ўз ортидан катта қора туйнуклар қолдиради. Бундай ҳолда, гамма портлашларининг манбалари ривожланиш босқичида даҳшатли қора туйнуклардек кўринади.

Ҳозирги вақтда гамма нурлари ҳақида барчаси нарса маълум бўлмаса-да, уларнинг келиб чиқишига оид айрим маълумотлар бор. Улар ўзларидан кейин катта қора туйнукларни қолдириб кетувчи ғайриоддий кучга эга бўлган моддаларнинг бир кўриниши. Бундан англашиладики, гамма нурларининг манбаи – ривожланиш босқичидаги улкан қора туйнуклардир.

Бироқ бу улкан қора туйнукнинг шимолӣ ва жанубӣ кутблардан келувчи икки “оқими” мавжуд бўлиб, худди пилдироқ (таянч нуқтаси атрофида айланувчи жисм) га ўхшайди. Масофадан кўринган радиация нури эса Ер томон йўналтирилган оқимлардан биридек туюлади. Агар ушбу манбадан чиқувчи гамма нурлари аниқ ерга қаратилган бўлса, у ҳолда манбанинг ўзи галактикамиз атрофидаги Ерга яқин жойлашар эди (Ердан бир неча юз ёруғлик йили узоқликда жойлашган). Унинг кучи эса оламимиздаги жамики тирик мавжудотни йўқ қилишга етган бўларди.

Биринчидан, гамма-нурли портлаш манбасининг рентген нурлари томонидан яратилган электромагнит тўлқини ердаги барча электрон жиҳозларни ишдан чиқарарди. Унинг кучли рентген ва гамма нурлари ер шарини ўраб турган озон қатламини емириб, атмосферамизга тузатиб бўлмас даражада зарар етказарди. Бунинг оқибатида сайёрамаиздаги умумӣ ҳарорат кўтарилиб, гамма-нурланиш оқими вақт ўтиши билан бутун сайёрани қамраб олувчи даҳшатли

олов бўронларни келтириб чиқарар эди. Эҳтимол, гамма-нурли портлашлар манбаи “Юлдузлар жанги” филмидагидек сайёрани портлатиб юбормаган бўлар эди, аммо у, шубҳасиз, Ер юзидаги бутун ҳаётни вайрон қилиб, ўзидан қақроқ ва унумсиз чўлни мерос қолдирган бўлар эди.

Тахмин қилиш мумкинки, ривожланишда биздан юзлаб миллион йил олдинда бўлган цивилизация бу каби қора туйнукларни исталган мақсадга йўналтиришни ўргана олади. Агар сиз сайёралар ва нейтрон юлдузларининг ҳаракатини назорат қилишни ва уларнинг қулашидан олдин аниқ ҳисобланган бурчак остида ҳалок бўладиган юлдузга йўналтиришни ўргана олсангиз, бунга эришишингиз мумкин. Юлдузнинг айланиш ўқини буриш ва уни тўғри йўналишга йўналтириш учун нисбатан кўпроқ ҳаракат етарли. Шунда ўлаётган юлдуз тасаввур қилиб бўлмайдиган даражадаги улкан нур тўпига айланади.

Хулоса қилиб айтганда, кучли лазерлардан фойдаланиб, портатив ёки қўлда бошқарилувчи нурли куроллар, яъни нурли ўқлар, қиличларни яратиш – уддалаш имконсиз деб тасниф бериш мумкин бўлган ишдир. Эҳтимол, буни яқин келажакда ёки, айтайлик, кейинги юз йил ичида амалга ошириш мумкин дир. Портлашдан олдин ҳарқатдаги юлдузни зарур томонга йўналтириш ва уни қора туйнукка айлантириш ўта мушкул вазифа. Аниқроқ қилиб айтадиган бўлсак, унинг ўлим юлдузига айланишини иккинчи даражали уддалаш мушкул бўлган иш, деб айтишимиз мумкин. Бу физика қонунларига зид келмайди (ахир гамма-нурли портлаш манбалари ҳақиқатда мавжуд-ку), аммо буни фақатгина узоқ келажакда, минглаб ва ҳатто миллионлаб йиллар ўтгачгина амалга ошириш мумкин.

## **КЕЙИНГИ БОБЛАРНИ КУТИБ ҚОЛИНГ...**



*Ушбу китоб, бир гуруҳ зиёли ёшлар томонидан блогер Нурбек Алимовнинг “Alimoff Team – Ёшлар ёшлар учун!” лойиҳаси бўйича ҳолис билим олиш йўлида илк бора ўзбек тилига таржима қилинди. Биз профессионал китобчилар эмасмиз. Камчиликлар учун олдиндан узр сўраймиз. Ушбу таржимани ўқиш учун тарқатишингиз мумкин.*

*Дарслар, презентацияларда ҳам ушбу таржимадан фойдаланишга қарши эмасмиз. Ушбу китоб тайёрланишида ўз ёрдамини аямаган барча инсонларга миннатдорчилигимизни билдирамыз.*

*Янги китобларни <https://t.me/nurbekalimov> Telegram-канали орқали ўқиб боришингиз мумкин.*

**Жавоҳирбек Абдуллаевнинг умумий таҳрири остида электрон кўринишда нашрга тайёрланди**

**Таржимонлар:**

**Нилуфар Саъдуллаева, Неъматжон Ражабов, Расулбек Раҳимов,  
Малика Нарзуллаева, Моҳина Нурсаидова,  
Бобуршоҳ Йўлдашалиев, Улуғбек Артиков, Аҳроржон Шарипов,  
Дийдор Бердикличев, Дилноза Ахунова,  
Шарофиддин Ҳошимжонов, Камола Фозилова,  
Бунёд Тангриберганов, Эъзоза Қиличова,  
Сирожиддин Юлдошев, Адолат Ўролова, Камола Бекниёзова,  
Рамзбек Ҳамдамов, Жаъфар Очилов, Раимжон Норматов,  
Шаҳноза Наврузова, Шоҳинур Усмонова, Мухлиса Орифжонова,  
Раъно Ҳикматова**

**Муҳаррир ҳамда мусахҳиҳлар:**

**Аслиддин Алимардон, Гули Нигор Авазова,  
Дилафруз Абдинабиева, Дилруҳ Исомиддинова,  
Дилбар Исматуллаева, Жаҳонгир Остонов,  
Отабек Тиллаев, Севара Алижонова**

**Лойиҳа раҳбари:  
Нурбек Алимов**

©Michio Kaku, 2008  
©Alimoff Team, 2020



Кўпчилик физиклар Т.Х. Уайтнинг “Ўтмиш ва келажак ҳукмдори” эпопеясида тилга олган бир ҳикматли иборасига эргашадилар: “Тақиқланмаган ҳар қандай нарса муқаррардир!” Физикада биз бунинг исботига ҳар доим дуч келамиз. Қандайдир янги ҳодисани ошкора тақиқловчи бирор бир физика қонуни бўлмаса, бу ҳодисанинг мавжудлиги охир-оқибатда бизга аён бўлади. (Янги субатом заррачаларни излаш жараёнида бундай ҳолат бир неча бора юз берган. Тақиқланган чекланишларни кесиб ўтишга уриниш эвазига кўпинча физиклар тасодифан янги физика қонунларини кашф этганлар.) Т.Х. Уайтнинг тасдиғидан яна бир ўринли хулоса қилиш мумкин: “Имконсиз бўлмаган ҳар қандай нарса муқаррардир!”

Мисол учун, космолог Стивен Ҳокинг вақтлар аро саёҳатни тақиқловчи янги физика қонуни – ўзи номлаган “хронологиянинг сақланиши гипотезаси”ни топиш орқали вақтлар аро саёҳат имконсиз эканини исботламоқчи бўлган. Афсуски, узоқ йиллик қаттиқ саъй-ҳаракатлардан кейин ҳам олим бу қонунни исботлай олмаган. Аксинча, яқиндагина физиклар вақтлар аро саёҳатни тақиқлаши мумкин бўлган қонун ҳозирги математика чегарасидан ташқарида эканини эътироф этишди. Бугун, вақт машинаси мавжуд бўла олмаслигини исботловчи қонун бўлмаганлиги туфайли, физиклар бу имкониятни жиддий тарзда қайта кўриб чиқишларига тўғри келмоқда.

*Шундай қилиб, бу китобнинг мақсади – ҳозирда “имконсиз” деб ҳисобланувчи, аммо бир неча ўн ёки юз йиллар ўтиб одатий ҳолга айланиб қолиши мумкин бўлган технологиялар ҳақида фикр юритиш ҳисобланади.*

**Митио Каку**

МИТИО КАКУ

# ИМКОНСИЗЛИК ФИЗИКАСИ