

O'ZBEKISTON RESPUBLIKASI
OLIY VA O'RTA MAXSUS TA'LIM VAZIRLIGI

ALISHER NAVOIY NOMIDAGI
SAMARQAND DAVLAT UNIVERSITETI

R E F E R A T

Mavzu:

MIKROSKOPLAR

Qattiq jismlar fizikasi kafedrasi dotsenti S.Q.Axrоров

Samarqand 2014

Эндигина дунёга келган чақалоқ оламни ўрганишга астойдил киришади. Бунда у маълумот олишнинг ўзига хос усуллардан: “кўриш”, “тегиш”, “таъмини татиб кўриш” ва ҳақозолардан фойдаланади.

Инсон пайдо бўлишидан, то XVII асрнинг бошларигача бу усуллар инсон томонидан олам ҳақида маълумот олишнинг ягона методи эди. Оптика фанининг ривожланиши ва биринчи телескоплар ва микроскопларнинг яратилиши инсон кўриш имконияти чегарасидан анча ичкарига ўтишга имкон яратди.

Инсон қанчалик ўзининг кашфиётчилиги билан ғурурланмасин, барибир шуни тан олиш керакки, унинг жуда кўп эришган ютуқлари асосида табиатда “кузатилган” у ёки бу принцип ётади. Хусусан, олимлар ичида энг оммабоп асбоб микроскоп ҳақида фикр юритайлик.

Инсон кўзи муайян ажрата олиш қобилиятига эга бўлган табиий оптик системадир. Ажрата олиш қобилияти дейилганда, кузатилаётган объект қисмларини фарқ қила олиш даражаси тушунилади. Энг яхши кўриш масофаси бўлган 25 сантиметрда, нормал кўзнинг максимал ажрата олиш қобилияти 0,1-0,2 мм ни ташкил этади.

Микроорганизмлар, ўсимликлар ва ҳайвонларнинг хужайралари, кристалл микроструктуралари ва шу кабиларнинг ўлчамлари эса бу миқдордан анча кичик. Шу сабабли бундай объектларни оптик микроскопларсиз кузатиш ва ўрганиш мумкин эмас.

Микроскоп (грекчадан “микрос”-кичик, ва “скопео”-кўриш)-қуролланмаган кўз билан кўриб бўлмайдиган объектларнинг катталаштирилган тасвирини олиш учун мўлжалланган асбоб бўлиб, кўпчилик фанларнинг ривожланишига, айниқса, ўз вақтида биологиянинг ривожланишига ҳақиқатдан ҳам революцион таъсир кўрсатган. Микроскопда тасвирнинг катталашуви ўз шаклига кўра ёруғлик нуруни фокусловчи ёки ёювчи шиша линзалар орқали ўтган нурнинг синиши ҳисобига юзага келади.

Бу жараён яққол намоён бўладиган энг содда асбоб ясси қавариқ линзадан ташкил топган оддий лупадир.

Энг биринчи микроскоплар 1609-1610 йилларда Галилей томонидан ясалган. Микроскоп икки линзалар системасидан - окуляр ва объективдан ташкил топган. Намуна яқинида жойлашган объектив объект тасвирини катталаштиради, кузатувчи кўзига яқин жойлашган окуляр эса тасвирни яна бир бор катталаштиради.

Намуна одатда жуда юпка қилиб, кесилган ҳолатда олинади ва тушаётган **ёруғликда кўринади.. шунинг** учун предмет столининг тагида конденсор деб аталувчи махсус линзалар системаси жойлаштирилади. Конденсор ёруғликни намунага йиғиб беради, ундан пастроқда жойлашган кўзгу эса лампанинг ёруғлигини намунага йўналтиради. Шуларнинг ҳисобига микроскопнинг оптик системаси кўринувчан тасвир ҳосил қилади.

Қуйидаги расмда микроскопнинг ишлаш схемаси келтирилган.

XVIII юз йилликдан бошлаб, асосан микроскопиянинг ривожланиши микроскоп тузилмасининг механик қисмларини мукамаллаштириш йўлидан

борди. Линзаларни силлиқлаш технологиясининг мукаммаллашуви, XIX асрнинг бошларидаёқ микроскопларнинг 1000 марта катталаштириб бера олишини таъминлади. Микроскопларни оммавий тарзда ишлаб чиқарилишининг бошланиши, ишлаб чиқарувчилар ўртасидаги рақобатни келтириб чиқариб, асбобларнинг арзонлашувига сабаб бўлди ва микроскоп кундалик лаборатория асбобига айланди. Микроскоплардан на фақат тадқиқотчилар ва врачлар, ҳаттоки ҳаваскорлар ва талабалар фойдаланишига ҳам имкон яратилди. Шу даврдан бошлаб, тадқиқотчилар томонидан кашфиётлар бирин кетин кашф қилина бошланди. Шу жиҳатдан итальян табиатшунос олими Феличче Фонтаннинг машҳур иборасини эслаб ўтиш жоиз. У "... микроскопга ҳар бир киши қараши мумкин, бироқ фақат унчалик кўп бўлмаган одамларгина кўрган нарсаси ҳақида тўғри ҳукм чиқара олади" деган эди. А. Левенгук оқавадан олинган сув томчисини кузатар экан, биринчи бўлиб содда ҳужайраларни кўрди, тадқиқотчига нафақат уларнинг тузилишини, балки ҳаракатланиш усуллари ва ҳаттоки кўпайишини кузатиш ҳам насиб этди. У биринчи бўлиб қизил қон томчиларини ифодалаб берди.

1773 йилда, А.Левенгукнинг биринчи кузатишларидан кейин 100 йил ўтгач, бактерияларни микроскопда юқори даражада кузатган даниялик зоолог О.Ф.Мюллер баъзи бактерияларнинг шаклини ифодалаб бера олди. Микроскопларнинг оммавий қўлланилиши ҳайвонларни турли органларининг микроструктурасини батафсил ўрганишга имкон яратди.

М.Малпиги томонидан капилярларни кузатилиши, В.Гарвейнинг қон айланиши доиралари таълимотини тўлдирди.

Маълумки ўпка, жигар, буйрак, талоқларнинг микроскопик тузилишини ифодалаб берди. Я.Сваммердам ҳашоратларнинг тузилишини, уларнинг ривожланишини ўрганди. Бу мисоллар янги асбобларнинг яратилиши фан ва технологиянинг ривожланишига таъсир этишини, бу соҳадаги ютуқлар бир бири билан чамбарчас боғланишга эга эканлигини яна бир бор исботлайди.

Левенгук замонидаги оптик микроскоплардан замонавий оптик микроскопларнинг катталаштирилиши 300 дан 1500 гача ошган бўлсада,

ажрата олиш қобилятини янада ошириш йўлида ўтиб бўлмас назарий тўсиқ- “Релей чегараси” турибди. Инглиз физиги Жон Релей XIX асрнинг 70-йилларида баён қилган принципга кўра микроскопларнинг чегаравий ажрата олиш қобиляти объектни ёритаётган нурнинг ярим тўлқин узунлигидан катта бўла олмайди. Масалан, агар объектни тўлқин узунлиги $\lambda=650$ нм бўлган қизил лазер билан ёритсак, ажратиш чегараси 325 нм бўлади. Бундай тўсиқнинг юзага келиши ёруғликнинг дифракцияси ҳодисаси билан тушунтирилади. Яъни, ҳаттоки идеал ҳолатдаги нуктанинг тасвири ҳам, кўзда нукта бўлиб қабул қилинмайди, чунки дифракция натижасида бу нукта амалда маълум диаметрли ёруғ доғ, атрофи бир неча бирин кетин келадиган оқ-қора ҳалқалар билан ўраб олинган тасвир кўринишида ифодаланади. Агар иккита ёруғ нукталари бир бирига жуда яқин жойлашган бўлса, уларнинг дифракцион тасвирлари бир-бири билан қопланади ва натижада ёруғлик тақсимооти мураккаб бўлган тасвир юзага келади. Шундай қилиб энг юқори ажарата олиш қобилятига эришиш учун энг қисқа тўлқин узунликли ёритувчи нурдан фойдаланиш зурур экан. Бу эса ультрабинафша (280-300 нм) микроскопиянинг яратилишига олиб келиб, унинг ёрдамида 150-170 нм ўлчамли объектларни кузатиш имкони туғилди. Аммо, ультрабинафша микроскоплар оддий микроскопларга қараганда икки баробар ажрата олиш қобилятига эгаллиги билан устун бўлсада, уларнинг битта жиддий камчилиги бор. Ультрабинафша нур биообъектларни нобуд қилади, шунинг учун бундай микроскоплар биотехнологик тадқиқотлар учун ярамайди.

Нанообъектларни ўрганиш учун мавжуд оптик микроскопларнинг ажрата олиш қобиляти етарли эмас. Шу сабабли, 1932 йилда ёруғлик нури ўрнига электронлар оқимидан фойдаланиш ғояси илгари сурилди. Квант физикасидан маълумки, электронларнинг тўлқин узунлиги, фотонларга нисбатан юз баробар кам.

Электрон микроскопларнинг яратилиш тарихи предметлар ёндашишига асосланган ютуқнинг ёрқин намунасидир. Бунда мустақил ривожланаётган

фан ва техниканинг соҳалари бирлашиб илмий татқиқотларнинг янги кудратли асбобини яратди.

Классик физиканинг чўққиси электромагнит майдон назарясидир. Бу назария ёруғлик нуруни электр ва магнетизмни тарқалиши электромагнит майдоннинг тарқалиши каби деб тушунтирди. Тўлқин оптикasi ёруғлик микроскопиясида дифракция ҳодисасини, тасвирни шаклланиш механизмини ва ажрата олиш қобилиятига таъсир етувчи омилларни тушунтириб берди. Квант физикаси электронлар ўзига хос корпускуляр хоссага эга эканлигини очиб берди.

Бир қарашда, бу алоҳида мустақил тараккиёт йўллари электрон оптикasinинг ривожланиши ва ўтган асрда муҳим кашфиётлардан бири бўлган электрон микроскоп яратилишига олиб келди. Бизнинг кўришимиз асосида объектдан қайтган ёруғлик тўлқинлардан кўз тўрчаларида тасвир шаклланиши ётади. Агар нур кўзга тушишдан олдин микроскопнинг оптик системаси орқали ўтса, биз катталашган тасвирни кўрамиз. Электрон микроскопда ғалтакнинг магнит майдони йиғувчи ёки сочувчи линза каби таъсир қилади. Магнит майдонини концентрациялаш учун, ғалтак махсус никел- кобалт қотишмасидан тайёрланган ва ички қисмида тор тирқиш қолдирилган магнит “зирх” билан қопланган бўлади.

Бундай тарзда магнит майдони Ернинг магнит майдонидан 10-1000 минг марта кучли бўлиши мумкин. Афсуски, бизнинг кўзимиз тўғридан-тўғри электрон нуруни қабул қила олмайди. Шунинг учун электронлар тушганда ўзидан ёруғлик чиқарадиган люминесцент экрандан электронларда мужассамлашган тасвирни ифодалаш учун фойдаланилади. Бундай усул электрон нур трубкали монитор ва осциллографларда ҳам қўлланилади.

Электрон микроскопларнинг хилма-хил жуда кўп турлари мавжуд. Улар ичида энг кенг тарқалгани растрли электрон микроскопдир (РЕМ). Унинг ишлаш тарзини тушуниш учун ўрганилаётган объектни оддий телевизорда қўлланиладиган электрон нур трубкасидаги экран билан электронлар манбаси орасига жойлаштириш кифоя.

Бундай микроскопда электронларнинг нозик дастаси (дастанинг диаметри 10 нм га яқин) объектни горизонтал қаторлар бўйича , нуқтама-нуқта югуриб чиқади ва синхрон тарзда кинескопга сигнални узатади. Электрон микроскопларнинг энг асосий камчилиги - ишлаши учун тўлиқ вакуум шароити зарурриятидир, чунки микроскоп камерасида бирон бир газнинг атоми бўлса, у ионлашиб натижаларга жиддий таъсир кўрсатади. Бундан ташқари электронлар биологик объектларга ҳалокатли таъсир қилади ва шу сабабли биотехнологиянинг кўпчилик соҳаларидаги тадқиқот ишларида уларни қўллаб бўлмайди.

Электр майдони билан тезлаштирилган электроннинг тўлқин узунлиги бир неча нанометрга тенг. Агар биз молекула ёки атом панжарасини кўрмоқчи бўлсак бу сифат яхши ҳисобланади, аммо қандай қилиб атом ичига назар ташлаш мумкин, кимёвий боғланиш нимага ўхшашини аниқлаш, алоҳида кимёвий реакция жараёнларининг кечишини кузатиш каби муаммоларни ўрганишда бу етарли эмас. Шу сабабли турли давлатларда нейтрон микроскопни яратиш устида иш олиб борилмоқда. Нейтронлар одатда протонлар каби ядро таркибига киради ва электронга нисбатан деярли 2000 марта катта массага эга. Де Бройл назариясига биноан нейтроннинг тўлқин узунлиги шунча маротаба электронникидан қисқа, яъни пикометрлар-нанометрнинг мингдан бир улуши тартибиди. Демак, тадқиқотчилар кўз ўнгида атом доғ кўринишида эмас, балки ўзининг бутун гўзаллиги билан намоён бўлиши керак. Нейтрон микроскопнинг ижобий таърафлари бисёр, хусусан, нейтронлар водород атомида яхши акс этади ва намуналарнинг қалин қатламларига осонгина сизиб киради. Аммо, бундай микроскопни лойиҳалаштириш ниҳоятда мушкул, чунки нейтронлар электр зарядга эга эмас, шунинг учун уларни магнит ёки электр майдони билан бошқариб бўлмайди ва датчикларда қайд қилиш ҳам қийин. Бундан ташқари нейтронларни атомлардан ажратиб олиш ҳам унчалик осон вазифа эмас. Шунинг учун ҳозирги даврда нейтрон микроскопининг протиплари ҳали мукамаллик даражасидан анча йироқ.

Замонавий электрониканинг жадал суръатларда ривожланиши, ярим ўтказгич мантикий элементларнинг интеграциялашувига қўйилган талаблар, уларнинг ўлчамлари кичиклашиши, сифатининг яхшиланиши, бўлиниш чегараларининг аниқ диагностика қилиш заруриятини келтириб чиқарди. Ярим ўтказгичлар сиртида ўз-ўзидан ташкилланиш жараёнларининг, молекуляр нур эпитақсиясининг, нанолитографиянинг ривожланиши янги ярим ўтказгичлар технологиясининг ривожланишига олиб келди. Иқтисодий етакчи давлатлар нанотехнология, наноэлектроника каби фанларни ривожлантириш учун миллиардлаб доллар сарфлашаётганлари бежис эмас.

Олимларнинг башоратига кўра, XX асрда компьютерлар маълумотларни бошқариш йўлида қандай революцияни амалга оширган бўлса, нанотехнология XXI асрда худди шунингдек материяни бошқариш бўйича революцияга олиб келади. Нанотехнологиянинг ривожланиши инсон турмушини ниҳоятда даражада ўзгартириб юборади. Нанотехнология – юқори технологияли соҳа, у атомлар ва молекуларни ўрганишга асосланган бўлиб, медицина ,электроника машинасозлик ва сунъий интелект яратишда революцион муваффақиятларга олиб келмоқда.

Аммо, юқорида қайд қилганимиздек, мавжуд электрон микроскопиянинг наноўлчамли структураларни, сиртни диагностика қилиш ва ўрганиш бўйича имкониятлари чегараланган. Жуда катта ижобий тарафларга эга бўлишига қарамай (масалан, исталган вақтда бутун сирт бўйича маълумотни олиш) электрон микроскопия бир қатор камчиликларга эга. Нисбатан яхши ажрата олиш қобилиятига эга бўлиши учун юқори вакуум шароити зарурияти, суюқ объектларни ўрганиш имконияти йўқлиги, катта ўлчамли намуналарни кўриш имконияти мавжуд эмаслиги, атом даражада ажрата олиш қобилиятига эришиш учун сиртда критик шароит бўлиши (электронлар энергияси 360 кэВ га етади) шулар жумласидандир. Шу сабабли 1982 йилда Генрих Рорер ва Герд Биннинг томонидан кашф етилган сканловчи туннел микроскопияси методи шак- шубҳасиз катта ютуқ бўлди. Бу кашфиёт сканловчи зондли микроскопларнинг ривожланиш босқичини бошлаб берди.

Швецариянинг Рюмликондаги IBMнинг лабораториясида юпқа диэлектрик қатламларнинг ўсиши ва электр хоссаларини микроскопик ўрганар экан, Генрих Рорер ва Герд Биннинг туннел спектроскопиясини қўллаш ҳақида ўйлар эдилар. Бу даврга келиб, Янгнинг майдонли нурланувчи микроскопи, Томпсоннинг вакуумда бошқарилувчи тигли туннелланиш бўйича илмий ишлари маълум эди. Туннелланиш эффекти ёрдамида сиртни нафақат спектроскопик ўлчаш, балки унинг рельефини ҳам ўрганиш ғоясининг илгарига сурилиши, кўп сонли татқиқотчиларнинг меҳнатлари самарасининг маҳсулидир.

Бундай ғояни амалга ошириш учун жуда кўп сонли техник муаммоларни ечиш талаб қилинган: қандай қилиб, тигнинг сирт билан тўқнашишида юзага келадиган вибрациялардан халос бўлиш, намуна билан тиг орасида қандай кучлар таъсирлашини билиш, тигни жуда катта аниқликда силжитиш муаммоси, қандай қилиб тиг билан намунани бир-бирига теккизиш масаласи, иссиқлик флуктуацияларидан халос бўлиш муаммоси, тиг шакли ва уни ҳосил қилиш ва ҳақозо. Барчани илгаридан қизиқтириб келган, 7х7 даврли кремний сиртининг атомар тасвирини Генрих Рорер ва Герд Биннинг туннел микроскопида олганларидан кейин, 1986 йилда улар Нобель мукофотининг совриндорларига айланишди. Аслида сканловчи туннел микроскопнинг ғоясини тушуниш унчалик қийин эмас. Ниҳоятда юпқа вольфрамли тиг-зонд тайёрланади. У шунчалик юпқаки, учи бир ёки бир неча атомдан ташкил топади. Тиг электр токини ўтказадиган модданинг сиртига деярли зич қилиб келтирилади. Бунда тиг учигади атомнинг электрон булути унга яқин жойлашган сирт атомининг электрон булути билан қоплана бошлайди. Агар сирт билан тиг орасига унча катта бўлмаган кучланиш берилса, тиг-сирт оралиғида ампернинг миллиарддан бир улуши тартибида суств ток юзага келади. Бу ток туннел токи деб аталади. Туннел токи зонд билан сирт орасидаги масофага ниҳоятда боғлиқ. Масалан агар бу масофа атом ўлчамлари тартибида ўзгарса (тахминан $2 \cdot 10^{-8}$ см) ток кучи минг маротабага ўзгаради.

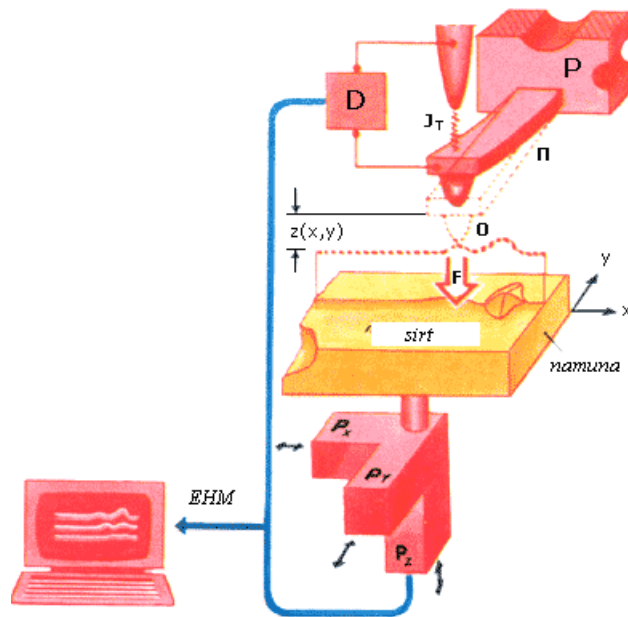
Агар тиғ сирт бўйича силжитилса, ток кучи кенг кўламда ўзгаради. Яъни зонд сирт атоми устидан ўтаётганда ток кучи ортади, сирт атомлари орасидан ўтаётганда эса жуда кичик қийматларгача камаяди. Шундай қилиб, сиртнинг кўп нуқталаридан олинган туннел токи ҳақидаги маълумотлардан фойдаланиб, сирт топографиясининг тасвирини тузиш мумкин.

Асосий муаммо зондни назорат қилган ҳолда метрнинг миллиарддан бир улуши тартибидаги масофага силжитиш ҳисобланади. Бунга эришиш учун пьезоэлектрик манипулятордан фойдаланилади. Баъзи кристаллар, масалан кварц ва махсус керамикалар электр майдони таъсирида ўз ўлчамларини осонгина ўзгартиради. Бу ҳодиса пьезоэлектрик эффект деб аталади. Электр майдони керамика сиртига чангитилган юпқа металл пленкалар ёрдамида ҳосил қилинади. Зонднинг (игнанинг) намуна сирти бўйича кўчиши сканловчи қурилма ёрдамида амалга оширилади. Одатда у пьезокерамикадан тайёрланган трубка бўлиб, трубка сиртига ўзаро ажратилган уч жуфт электродлар суртилган.

Пьезотрубкага U_x ва U_y кучланишлар берилганда, у қайрилади, бу билан зонднинг намунага нисбатан x ва y ўқлари бўйича кўчиши таъминланади. U_z кучланиш таъсирида эса қисилади ёки чўзилади, бу эса игна билан намуна орасидаги масофани ўзгартиришга имкон беради.

Ўлчанаётган параметрга боғлиқ равишда СТМ нинг ишлаши икки маромда- туннел токи ёки игна билан сирт орасидаги масофа – бўлиши мумкин.

Игна тиғи ўзгармас баландлик маромида, игна намуна сиртида горизонтал текисликда кўчади, туннел токи эса сиртгача бўлган масофага боғлиқ равишда ўзгаради (3 - расм).



3 -расм

Бу ҳолда маълумот сигнали бўлиб намуна сиртида сканлашда ҳар бир нуқтадан ўлчанган туннел токининг қиймати ҳисобланади. Олинган туннел токининг қийматлари бўйича сирт топографиясининг кўриниши тузилади.

Доимий туннел токи маромида СТМ нинг тескари боғланиш системаси сканлашнинг ҳар бир нуқтасида “игна-намуна” масофасини ростлаш орқали туннел токининг доимийлигини таъминлайди. Тескари боғланиш системаси туннел токи ўзгаришини “пойлаб” туради ва сканловчи қурилмага берилаётган кучланишни шундай бошқарадики, бунда ток ўзгариши компенсацияланади. Яъни, ток ортганда тескари боғланиш системаси зондни намунадан узоқлаштиради, ток камайганда эса яқинлаштиради. Бу маромда тасвир сканловчи қурилманинг вертикал кўчиши қиймати ҳақидаги маълумотлар асосида тузилади.

Иккала маром ҳам афзалликларга, ҳам камчиликларга эга. Доимий баландлик маромида натижаларни тез олиш мумкин, аммо фақат нисбатан силлиқ сиртлар ўрганилганда. Доимий ток маромида эса нерегуляр сиртларни жуда юқори аниқликда ўлчаш мумкин, аммо ўлчашлар кўп вақтни

талаб қилади. Шунини қайд қилиш лозимки, СТМ билан диэлектрик материалларнинг тасвирини олиб бўлмайди. Бундан ташқари туннел микроскопи сифатли ишлаши учун бир қатор қатъий шартларга риоя қилиш керак. Хусусан, вакуум шароити ва ишлаш тарзи бошқа физикавий куч ходисасига асосланган намуналарни махсус тайёрлаш талаб қилинади.

Сканловчи туннел микроскоплар тасвирни 100 млн марта катталаштиришни таъминлайди. Бу эса атомлар ўлчамларини ниҳоятда катта аниқликда ўлчашга имкон беради. Масалан сканловчи туннел микроскопи ёрдамида ўлчанган углерод атомининг диаметри $1,4 \cdot 10^{-8}$ см га тенг. Бу ўлчам ниҳоятда кичик бўлиб, уни тассавур қилишнинг ўзи мураккаб. Агар дунёдаги барча нарсаларнинг ўлчами 10^8 марта ортган деб тассавур қилсак, углерод атомининг ўлчами диаметри 1,4 см га тенг шарчадай кўринарди, одам бўйи эса 170 000 км га, пахта чигитининг ўлчами -1000 км, соч толаси -10 км га тенг бўлар эди.

Сканловчи туннел микроскопида (СТМ) намуналарни ўрганишдаги кўпчилик қийинчиликлар, 1986 йилда, атом куч микроскопининг (АКМ) яратилишига олиб келди. Бу микроскоп сканловчи туннел микроскопдан фарқли электр токи ўтказмайдиган сиртларнинг ҳам тасвирини олишга имкон беради. Шуниси диққатга сазоварки, СТМ да намуна ва тиф орасидаги ҳалақит берадиган таъсирлашиш кучларидан АКМ да асос қилиб фойдаланилган. АКМ нафақат вакуумда, балки атмосферада ҳам, олдиндан режалаштирилган газда ва ҳаттоки суюқликда ҳам ўлчашни амалга оширишга имкон беради, бу эса биологик микроскопиянинг ривожланиши учун ҳам замин яратди. АКМ да вольфрамли тиф ўрнига атом ўлчамларигача ўткирланган олмоснинг кичик бўлакчасидан фойдаланилади. Тиф ўрганилаётган сиртга яқинлаштирилганда олмос атомларининг электрон булутлари сирт атомларининг электрон булутлари билан қоплана бошлайди ва улар орасида иттариш кучлари юзага келади. Бу кучлар олмос тифининг учини оғдиради. Оғиш тутиб тургичга ўрнатилган ойначага тушаётган лазер нури ёрдамида қайд қилинади. Қайтган нур туннел микроскопдаги каби

пьезоэлектрик манипуляторни ҳаракатга келтиради. Тескари алоқа механизми шундай тузилганки, у доимо олмос игнанинг сиртдан баландлигини тутиб тургич пластинанинг эгрилиги ўзгармас ҳолда сақланган ҳолатда бўлишини таъминлайдиган тарзда ушлаб туради.

Шундай қилиб сканловчи зондли микроскопияни асри бошланишига кадам қўйилди. Шундан сўнг тезда 10 ангстремли объектларни ажрата оладиган оптик тўлқинлардан фойданилган майдон микроскопияси тақдим етилди.

Ҳозирги даврда замонавий атом куч микроскопияси бутун дунёда турли тадқиқотларни олиб боришда кенг миқёсда қўлланилмоқда. Масалан у биологияда вирусларни, хужайраларни, генларни ўрганишда қўлланилиб, унга жуда катта умидлар боғланмоқда. Бундан ташқари АКМ ни технологияда қўллаш ҳам жуда истиқболли йўналиш эканлиги таъкидланмоқда. Масалан, АКМ литографияда- сиртни механик тарзда тирнаш учун ҳам, тиғни потенциал бериб, тиғ тагидаги сиртни оксидлантириш учун ҳам ишлатилмоқда. Бу эса сканловчи зондли микроскопиянинг нанолитография талаблари учун қўллашда кенг имкониятлари борлигидан далолат беради.