

А. Садуллаев

**ЮНЕСКО
СЕФ/ Бонн Университети
Ургенч Давлат Университети
Хоразм Маъмун Академияси
Берунийнинг соялар назарияси
(гномоника)**

6-нашр

Т О Ш К Е Н Т – 2020

Абу Райхон Беруний ҳақида

Ўрта Осиё халқлари орасидан етишиб чиққан жаҳон илм фан хазинасини бойитишга катта ҳисса қўшган буюк олимлар орасида Хоразмий, Беруний, Ибн Сино ва Улугбеклар алоҳида ўрин тутади.

Абу Райхон Беруний мелодий 973 йилнинг 4 сентябрида Хоразмнинг Кат (Кат-ҳозирги Беруний) шаҳрида туғилади. Ёш Беруний ақллилиги ҳамда зеҳни ўткирлилиги билан бошқалардан ажралиб турарди. Буни сезган Хоразм шоҳ Абу Абдуллоҳ Муҳаммаднинг амакиваччаси, астрономия ва математика соҳаларида танилган олим Абу Наср Мансур ибн Али ибн Ироқ Берунийни ўзига яқинлаштиради, унга ҳар томонлама ёрдам берди ва Берунийни олим бўлишига катта ҳисса қўшди.

Беруний ёшлик чоғидаёқ астрономия, математика ва физика каби табиий фанларга қизиқади, турли астрономик кузатишлар олиб боради.

Ёш олимнинг астрономия, математика ва физика каби табиий фанларга қизиқиши бежиз эмас эди. Чунки Хоразмда узоқ вақтлардан бери бу фанлар ўрганилиб келинган ва ривожланган эди. Берунийда табиий-илмий карашларни шаклланишига кучли таъсир кўрсатган буюк олим, Берунийнинг ватандоши Муҳаммад ибн Мусо ал-Хоразмий асарлари бўлган.

Хоразмдаги 994-995 йиллардаги сиёсий воқеалар: Гурганч амири Абул-Аббос ибн Маъмун I ибн Муҳаммад Сиёвушнинг Кат(Беруний)ни босиб олиб, шимолий ва жанубий Хоразмни бирлаштиради, марказни Урганчга қўчиради ва ўзини бирлашган Хоразмнинг шоҳи деб эълон қилиши, 22 ёшли Берунийни Хоразмдан чиқиб кетишини тақазо этди. У Техрон яқинидаги Рай шаҳрига келиб, шу ерда яшай бошлади. Беруний Райда кўп қийинчиликларга дуч келди, мусофирона ночорликда ҳаёт кечирди. Ўша пайтларда Райда кўпгина олимлар яшаб илмий фаолият кўрсатишар эди. Жумладан, Беруний шу ерлик таниқли олим Абу Маҳмуд Ҳамид ибн ал Хидр ал Хўжандий билан дўстлашади, Хўжандий ясаган астрономик асбоб билан танишади.

Маълум вақт ўтгач, 998 йилда Журжон шоҳи Қобус ибн Вашмагир Берунийни ўз саройига чақиради. Бу ерда Беруний машҳур олим Абу Саҳл Масихий билан дўстлашади. Ўша йили у Бухоролик ёш олим Ибн Сино билан дўстлашади, хат орқали илмий мулоқатда бўлади. Амир Қобуснинг илм-фанни, адабиётни севиши, айниқса илм-фан вақлларини ҳурмат қилиши Берунийни саройда илм билан самарали шуғулланишида ўз ижобий таъсирини кўрсатди. Бунинг натижасида унинг йирик асарлардан бири "Қадимги халқлардан қолган ёдгорликлар" юзага келди. Беруний бу асарини Қобусга бағишлади.

998 йили Маъмун I вафот қилиб тахтни Али ибн Маъмун II эгаллади, Хоразмда сиёсий аҳвол бироз барқарорлашади.

Ёш шоҳ инсонпарвар, илм-фанни ва адабиётни севувчи инсон бўлган. Маъмун бу ерга кўплаб олим ва адибларни йиғиб, илмий гуруҳ тузишни Берунийнинг устози Ибн Ироққа топширади. Ибн Ироқ таклифига кўра

Беруний Гурганчга келади, атрофига ўз дўстларини таклиф қилади. 1004 йилда бу ерда Ибн Сино, Хўжандий, Масихий каби машхур олимлар ўз фаолиятини бошлашади.

Шу тариқа Гурганч олимларининг йирик илмий анжумани юзага келади. Уни "Маъмун академияси" деб юритилади. Беруний Маъмун академиясига раҳбарлик қилади, шогирдлар тайёрлайди, фаннинг турли соҳаларида илмий изланишлар олиб боради. Бу ерда олимлар ўртасида доимий бўлиб турадиган илмий мунозаралар ўзининг ўткирлиги билан хозирда ҳам дунё олимларининг диққат марказида турибди.

Шу ўринда Беруний билан Абу Али ибн Сино ўртасида бўлиб ўтган савол-жавобларни айтиш мақсадга мувофиқ бўлади. Беруний Ибн Синога табиат фалсафаси ва физикага оид баъзи саволлар билан мурожаат қилади. Саволлар ва унга қайтарилган жавоблар рисола тарзида бизнинг давримизгача етиб келган. Қуйида улардан баъзиларини келтирамиз.

Берунийнинг саволи: Нима учун ях сув юзида бўлади, ҳолбуки ях совуқлик билан қотиш сабабли Ер табиатига (марказига маъноситда) яқинроқ эди?

Ибн Синонинг жавоби: Сув яхлаган вақтда сувда ҳаво бўлаклари камалиб қолиб, яхна сув тагига чўкишдан сақлаб қолади. Бу сўз сен сўраган саволларнинг ҳаммасига жавобдир. Агар бу фасллардан бирортаси сизга мушқил бўлса, қайтадан изоҳ талаб қилиш билан менга миннат ва эҳсон қилишинг вожиб бўлади. Шунда мен бу масалаларни изоҳ қилиб сенга юборишни тезлатаман.

Берунийнинг саволи: Агар жисмлар иссиқлик билан кенгайса ва совуқлик билан торайса, бутун кўзалар бошқа идишларнинг синиши ичидаги нарсаларнинг кенгайиши сабабидан бўлса, нима учун ичида сув яхлаб қолган идиш ёрилади?

Ибн Синонинг жавоби: Жисм қизиши билан кенгайиб, кенгроқ жой талаб қилиб кўзани синдирса бас, шунга ўхшаш жисм совуши билан кичикроқ жой олгач, идишда бўшлиқ пайдо бўлади. Натижада, совуқлик идишни синдиргандир. Унга табиатда ҳар хил ўзгаришлар ва мисоллар бордир. Воқе бўладиган кўп ҳодисаларга сабаб ўша сабаблардир.

Ибн Синонинг баъзи берган жавобларига Беруний ўз эътирозини билдиради. Масалан, кейинги жавобда "агар кўза ички томонга қраб синганда эди, у ҳолда айтилганлар тўғри бўлади, лекин ҳақиқат бунга қарама-қаршилиги равшандир. Мен идиш ташқарига қараб синишини кузатганма".

Ибн Сино ўзининг "Қурозаэ табиёт" китобида сувнинг ҳажм кенгайишининг ўзига хос хусусиятини қуйидагича изоҳлайди "Совуқ бир жинс заррачаларни узоқлаштиради, турли жинслиларни эса зичлаштиради. Совуқдан сув заррачалари қаттиқ ҳолатда бир-бирларидан узоқлашиб ҳажм катталашади ва кўзага сиғмайди. Бунинг натижасида кўза синади".

Беруний Ибн Синонинг жавобларига билдирган эътирозлари унинг физик ҳодисаларнинг моҳиятини тўғри изоҳлашга, илмий таффақурининг шаклланишига ижобий таъсир кўрсатади.

1017 йили Маҳмуд Ғазнавий Хоразмни босиб олади ва Маъмун Академияси фаолияти тугатилади. Олимларнинг кўпчилиги тарқаб кетади, бир қисми эса, жумладан, Беруний Ғазнага кетишга мажбур бўлади.

Маъмун Академияси фаолияти, жаҳон илму фанида у қолдирган из бебоҳо хазинадир. Бир Берунийнинг 150 дан ортиқ яратган асарлари астрономияга, математикага, география ва геодезияга, картографияга, оби-ҳаво масалаларига, минералогияга, физикага, доришуносликка, адабиётга, тарих ва этнографияга, фалсафага бағишланган.

Беруний шунчалар серқиррали ҳамда кенг қамровли олим бўлганки, унинг асарларини ўрганган олимлар "Беруний шуғулланган фанларни санашдан кўра, у шуғулланмаган фанларни санаш осонроқ" дейишган.

Беруний 13 йил давомида Ҳиндистонда яшаб, Санскрит тилни ўрганган. Беруний ҳинд халқининг ўтмишини, ўша замондаги ҳаётнинг барча томонларини, жумладан ҳиндларнинг урф-одатларини, маросим ва байрамларини, оилавий муносабатларни, меросга оид қонунларни чуқур ўрганган. Шунингдек, Ҳиндистонда фан тарихи, айниқса ҳинд астрономияси ва математикаси ҳақида бой маълумотларга эга бўлади. Беруний тўплаган маълумотлари чуқур билимлари асосида ўзининг 80 бобдан иборат "Ҳиндистон" китобини ёзади. Бу асарга Ғарб ва Шарқнинг Берунийшунос олимлари ва ҳозирги замон ҳинд олимлари юқори баҳо бердилар. Уни биринчи ҳиндолог деб эъзозлашадилар.

Унинг асарларида келтирилган маълумотлари, айниқса, жуда кўп маъданлар, қаттиқ ва суюқ жисмларнинг солиштирма оғирликлари, ҳозирги замон фани аниқлаган ўлчовлардан сира фарқ қилмаслиги ҳар бир кишини ҳайратга солади.

Шунингдек, жавоҳирлар, минераллар, металллар улар жойлашган қонлар, минералларнинг ҳосил бўлиши каби масалалар билан шуғулланиб, йирик асарлардан яна бири "Жавоҳирларни билиш учун маълумотлар тўплами" номи китобни ёзди. Бу асар ҳозирда "Минералогия" деб юритилади. Уни дунё геологлари биринчи геолог олим деб ҳам тан олишади.

Буюк бобокалонимиз Беруний милодий 1048 йилнинг 13-декабрида 75 ёшда Ғазна шаҳрида вафот этди.

Эроннинг Техрон шаҳрида нашр этилган "Номойи донишворон" номли китобда олимнинг сўнгги ҳаёти ҳақида шундай ҳикоя қилинади:

"Беруний оғир хасталикка чалинган, у сўнгги дамларни бошидан кечираётган эди. Бирпас ўзига келгач, нигоҳи дўсти, олим Абулхасан Валволижийга тутган. Беруний дўстидан мерос ҳақидаги янги фикрни изоҳлаб беришни сўраган. Абулхасан шу пайт бунинг мавриди эмаслигини айтган. Шунда Беруний дўстига қараб, "Э улуғ дўстим, бу дунёда тўғиладиган ҳар ким муқаррар равишда ўлади, аммо ақл менга бир вақтлар сен айтган масаланинг моҳиятини билиб олишни таъкидламоқда. Шу сабабли, билиб ўлишим билмай ҳолда ўлишимдан яхшироқдир"-деб жавоб қайтарган. Дўсти Абулхасан у сўраган нарсаларни изоҳлай бошлаган. Бир неча дақиқадан сўнг Беруний

абადий уйқуга кетган. Бу олимнинг фан соҳасидаги сўнгг суҳбати эди". Нақадар бахтли ўлим! Бу наинки, улуғ инсонга хос кечирма, балки ўз умрини мазмунли ўтказган, ўз ишидан мамнун олимнинг ўлими эди.

Қуйида, биз Беруний ижодидан битта дурдона-геометрияга таалуқли бўлган рисола келтирамиз. Лекин биз Хоразм Маъмун академияси, унинг раҳбари ал-Беруний ҳақида гапирар эканмиз, бу Академиядан тахминан 200 йил олдин фаолият кўрсатган, Академияга муҳим таъсир кўрсатган. "Байтул ҳикма" Академияси, унинг раҳбари ал-Хоразмий ҳақида қисқача гапиришни лозим топдик.

Муҳаммад ал-Хоразмий ва "Байт ул-ҳикма" академияси

Абу Жафар Муҳаммад ибн Мусо ал-Хоразмий 783 йили Хоразмнинг машҳур маданият марказларидан бири Хива шаҳрида дунёга келди. У бошланғич маълумотни энг Хива, Кат, Гургенч (Ургенч) шаҳарларининг мадрасаларида олди ва ўсмирлик даврида математика, астрономия ва бошқа табиий фанларни ўрганди: араб, форс, сурия, хинд ва юнон тилларида ёзилган китобларни тадқиқ қилди. Ўткир ақли ва камёб қобилияти туфайли у Хоразмнинг етакчи олими деб тан олинди ва тезда унинг номи бутун шарққа овоза бўлди.

809 йили Халифа Хорун ар-Рашиднинг иккинчи ўғли Абул Аббос Абдуллох ал-Маъмун пойтахти Марв шаҳри бўлган Хуросон халифалик ерларининг ҳукмдори этиб тайинланди. Болалик давриданок ал-Маъмун илмга чанқоқ ва жуда қобилиятли эди.

Ал-Маъмун тарихга фақатгина давлат арбоби бўлиб эмас, балки талантли олим сифатида ҳам кирган. У ўз атрофига талантли, қобилиятли ёшларни тўплади. Улар орасида буюк олимлар Муҳаммад ал-Хоразмий, Яхё ибн Абу-Мансур, Холид ал-Марварридий, Санад ибн-Али, Аббос ал-Жавҳарий, Ахё ибн-Аксам, Кози Хамед, Ахмад ал-Марвазийлар бор бўлиб, кейинчалик уларнинг асарлари дунёвий илмларнинг асоси бўлиб хизмат қилди 813 йилда.

Отасининг ўлиmidан кейин ал-Маъмун халифалик тахтига ўтирди ва ўзи билан бирга бир гуруҳ олимларни Боғдодга олиб келди. Маъмун "Байт ул-ҳикма" номли ташкилот ташкил қилиш учун Марвдан келган олимларни Боғдоддаги олимлар билан бирлаштирди.

Аввалига у Яхё ибн Мансурни илмий ташкилот бошлиғи этиб тайинлади. 829 йили Яхёнинг ўлиmidан кейин "Байт ул-ҳикма"нинг бошлиғи этиб Муҳаммад ал-Хоразмий тайинланди ва у умрининг охиригача "Байт ул-ҳикма" ни бошқарди.

Ал-Хоразмий Ўрта Осиёлик алломалар Ахмад Фарғоний, Абул Вафо Бузжоний, Исоқ Ибоди, Абу Жафар Хуросоний, Абу Фотих Исфажоний, ал-Марвази каби ва бошқалар билан биргаликда илмий тадқиқотлар олиб борди.

Ўрта Осиёлик олимлар "Байт ул-ҳикма" фаолиятини қўллаб қувватладилар. Чехиялик тарихчининг ёзишича бу ташкилот олимларининг

кўпчилиги Хоразм, Фарғона, Шош, Хуросондан бўлиб, уларнинг ҳам учдан икки қисми Хоразмликлар эди.

Шуни айтиш керакки таниқли араб географи ибн Хавкал Х асрда ёзилган Хоразм ерларини таърифловчи "Йўллар ва мамлакатлар" номли ўз асаридида Хоразм халқининг илмга чанқоклигини эслатиб ўтади. "Ҳозирги даврда Боғдодда бирон қози, халифа ёки олим йўқки, уларнинг Хоразмдан чиққан давомчилари бўлмаса".- деб ёзади ибн Хавкал.

Ал-Хоразмий ўз даврида унга шон шуҳрат келтирган кўпгина қимматли илмий асарларнинг муаллифидир. Унинг китобларидан баъзилари: "Ал-Жабр вал-Муқобала" (восполнение и противопоставления). "Ҳисоб ал-Ҳинд" (ҳиндча ҳисоб). "Зиджи Хоразмий" (Хоразмий жадвали), "Китоб Сураат ал-Арз" (Ер сурати ҳақида), "Китоб ал-Амал Астролябия" (Астролябия билан ишлаш (методлари) усуллари ҳақида китоб). "Китоб ат-тария" (Тарих ҳақида китоб). "Қуёш соати ҳақида китоб" бизгача етиб келган.

Хоразмийнинг арифметика ва алгебрага бағишланган икки китоби "Ал-Жабр вал-Муқобила" ва "Ҳисоб ал-Ҳинд" шарқдагина эмас, балки бутун дунёда математика фанининг ривожланишида муҳим рол ўйнайди. Бу китоблар ҳозирги замон математикасининг асоси бўлиб, ал-Хоразмий эса ҳаққоний равишда ҳозирги математиканинг асосчиси деб ҳисобланади.

Ўз даврида "Катта синдҳинд" деб номланган ҳиндча китоб асосий қўлланма эди. Унинг баъзи қисмлари тушунарсиз бўлиб, кўп хато ва камчиликларга эга эди. Халифа ал-Маъмун Хоразмийга бу китобни ўрганиб, қайта ишлаш ва тўлдиришни топширди. Янги китобни ал-Хоразмий "Кичик синдҳинд" деб номлади.

Китоб шундай бошланади: Ал-Хоразмий деди: Мен 9 та ҳарфдан уларни ўзлари хоҳлаганларига жойлаштиришларига кўра, истаган сонларини тузатишларини кўрганимдан кейин, агар худо хоҳласа, ўрганаётганларга осонлик учун бу ҳарфлардан нима ҳосил бўлишини кўрсатишни азм қилдим. Агар шулар худди мана шуни хоҳлаган бўлса ва бу 9 та ҳарфнинг улардаги маъноси менга очилган маънонинг ўзгинаси бўлса, тангри мени шунга қарата йўллаган бўлсин. Ёинки улар бу ишни мен айтгандан бошқа сабабга кўра бажарган бўлсалар, у ҳолда менинг баёнимдан бу сабабни аниқ ва ҳеч қандай шак-шубҳасиз топиш мумкин бўлади ва ҳам кузатувчи, ҳам ўрганувчи учун у осонроқ намоён бўлади. Бу айтилгандан чиқадики, ал-Хоразмий ўз математикасини тузганида (яратганида) у ҳинд математикасининг бутунлигича олмай, балки тўққизта: 1,2,3,4,5,6,7,8,9 белгидан ҳар қандай сонни тузиш мумкин деган ғояни олади.

Бу ҳолларни тасдиқлашдан олдин, келинг орқага VIII-XI асрларга қайтайлик: бу даврда одамлар кўшиш ва кўпайтириш амалларидан фойдаланиб, рақамлардан ҳар хил комбинациялар тузишмоқда эди. У вақтда бу амалларнинг аниқ бир қонун-қоидалари йўқ эди, бошқа тарафдан эса ҳиндча ўнлик системадаги, 12, 20, 60 лик ҳамда мураккаб Рим системаларидаги тартибсизлик ва ҳисоблашдаги аниқ қонун-қоидаларнинг йўқлиги "Кичик синдҳинд" китобини ўша даврдаги асосий қўлланмага

айлантирди. Ал-Хоразмий тушунарли баён этилган бўлиб, унда сонларни кўпайтириш, бўлиш, айириш ва кўшиш қоидалари осонгина тушунтирилганди. Бу китобнинг муваффақияти яна шундаки, ал-Хоразмий ўнлик системани 0 рақами билан тўлдирди. Буларнинг ҳаммаси "Кичик синдхинд" китобининг тезда бутун дунёга машҳур бўлишига олиб келади.

Буюк тарихчи олим Жамоллидин Кифтининг фикрича бу китоб XIII асргача олимларнинг камёб қўлланмаси бўлган. Бу асар ҳақиқатда Шарқда ҳам Европада ҳам астрономия ва математика соҳасида янги даврни очди.

XII асрда европалик олим Аделард уни латин тилига таржима қилди. Бу кўлёзма Буюк Британиянинг Кембридж университети кутубхонасида сақланади.

Ҳар қандай муваффақиятли ҳисоблаш жараёни тушунчаси алгоритм ҳам ал-Хоразмий номи билан боғланган. Европалик шарқшунос олим Ж.Рино 1849 йили алгоритм сўзи ал-Хоразмий сўзидан олинганини, чунки олимнинг латинчаштирилган исми ғарбдаги алгоритмус-алгоритм сўзининг асосида ётади-деган. Ҳозирги вақтда алгоритм тушунчаси математика, кибернетика ва иктисодда кенг қўлланилди.

Олимнинг "Ал-Жабр вал-Муқобала" китоби ҳозирги замон алгебрасининг асоси ҳисобланади. Алгебра сўзи "ал-жабр" сўзидан олинган бўлиб, китоби XII асрда европалик олимлар Герардо ва Роберт Честерскийлар томонидан латин ва араб тилларига таржима қилинган ва у бизгача етиб келган.

Ал-Хоразмий умрининг охириги 40 йилдан кўпроғини Боғдодда ўтказди ва ўзининг илмий ва ижодий фаолиятини "Байт ул-ҳикма" академиясига бағишлади. Баъзи манбаларга кўра ал-Хоразмий 67 ёшида 850 йилда тўсатдан бўлган инфарктдан вафот этади. У Боғдодда обсерваторияга яқин жойлашган Шамазия қабристонига кумилган.

Ал-Хоразмийнинг ўлими илмий дунёда катта йўқотиш эди. Боғдоднинг деярли барча аҳолиси ва шарқнинг таниқли буюк инсонлари буюк алломанинг мотам маросимида иштирок этдилар.

Табиат ҳам олимнинг тўсатдан вафот қилганига мотам тутди. Боғдод осмонида кутилмаган ходисалар бўлди: "... ер қимирлади, осмон қора булут билан қопланди. Қаттиқ момақалди роқ ва чакмоқдан ер ларзага келди. Кутилмаган жала бошланди ва 3 кун давом этди. Ёмғир Дажла ва Фрот дарёларини тоширди. Дин уламолари ўша ходисаларни улуғ аллома ал-Хоразмийнинг тўсатдан вафот этганига Оллох ҳам қайғурди дея тушунишди.

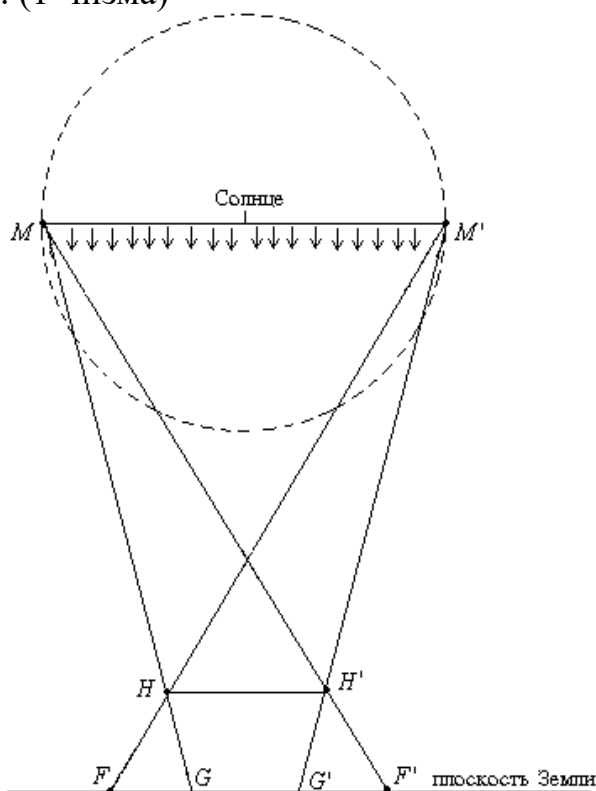
1983 йили Юнеско нинг қарори билан ўзбек халқининг улуғ фарзанди, буюк энциклопедист олим ал-Хоразмийнинг 1200 йиллиги бутун дунёда нишонланди.

Берунийнинг соялар назарияси (Гномоника)

Осмон жисмлари (жумладан, Ер, Ой, Қуёш) ўлчамларини аниқлаш, шунингдек ердаги нуқтадан уларгача бўлган масофани топиш масалалари қадим-қадимдан жуда кўп олимларнинг эътиборини ўзига тортган масалалардан ҳисобланади. Хусусан, Хоразм Маъмун академияси олимлари, биринчи навбатда унинг раҳбари буюк олим Абу Райҳон Беруний ҳам мазкур масалалар билан шуғулланиб, бу соҳада улкан натижаларга эришган.

Беруний Ер, Ой, Қуёш ўлчамларини ҳамда Ердан Ой ва Қуёшгача бўлган масофани аниқлаш мақсадида илмий изланишлар олиб бориб, математика нуқтаи назардан мукаммал бўлган "соялар" назариясини яратди.

Бу назарияга кўра, ердаги A нуқтадан бирор ℓ масофада Қуёшга қарата радиуси d га тенг доира (тўсиқ) қўйилади. Бу доиранинг Ерга тушган тўлиқ соясининг (бунда A нуқтадан қаралганда доира Қуёшни бутунлай тўсади) ва қисман соясининг (бунда A нуқтадан қаралганда доира Қуёшни қисман тўсади) ўлчамларига қараб Ердан Қуёшгача бўлган масофа, шунингдек Қуёш ўлчамлари ҳисобланади. (1-чизма)



1-чизма

1-чизмада:

MM' -Қуёшнинг диаметри,

HH' -тўсиқ доиранинг диаметри,

GG' -тўсиқ доира (гномон)нинг тўлиқ сояси тушадиган майдон,

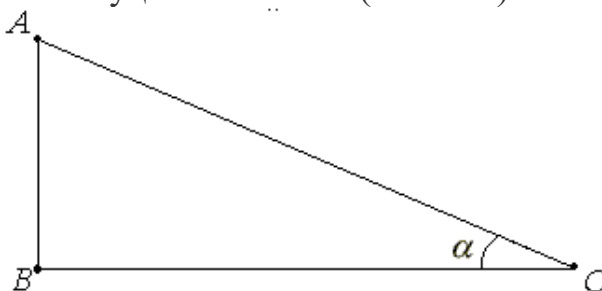
FG ва $F'G'$ -тўсиқ доиранинг қисман соялари тушадиган майдон.

Мазкур рисолада Ер радиуси ҳамда биз турган нуқтадан маълум узоқликда жойлашган жисмгача бўлган масофани Беруний яратган (қашф этган) усуллар таҳлил қилинади. Бу усуллардан ҳозирги замон амалиётида,

математика ўқув қўлланмаларида муваффақият билан фойдаланиш мумкинлиги баён этилади. Шу билан бир қаторда, рисолада Берунийнинг ўз қаламига мансуб бўлган жумлаларни, унинг китобларидан парчаларни айнан келтирилади. Уларни ўқиш жараёнида ўқувчи ҳамюртимиз Берунийнинг ҳозирги замон фани нуқтаи назаридан нақадар буюк математик эканлигига ишонч ҳосил қилиши табиийдир.

Ердаги масофаларни, жумладан тоғ баландлигини ўлчаш.

Айтайлик, тик турган жисмнинг (масалан миноранинг) баландлигини аниқлаш (ўлчаш) керак бўлсин. Бу масалани ечиш учун жисмни АВ, ундан маълум масофа турган С нуқтани оламиз. (2-чизма)



2-чизма

Сўнг С нуқтада алидода (нивелир) ёрдамида $\angle ABC = \alpha$ ни аниқлаймиз. Равшанки, $\triangle ABC$ дан

$$\frac{AB}{BC} = \operatorname{tg} \alpha$$

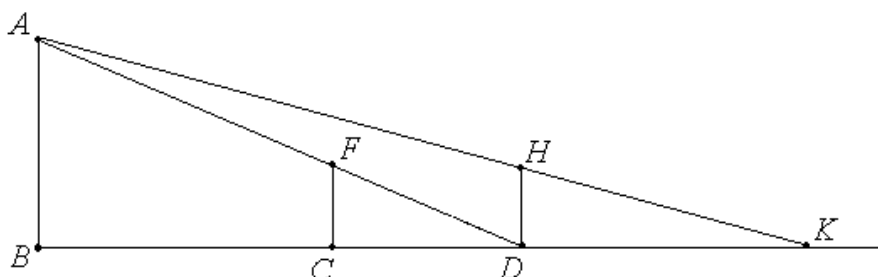
бўлиб, ундан

$$AB = BC \cdot \operatorname{tg} \alpha$$

бўлиши келиб чиқади.

Демак, α бурчак ва ВС масофа маълум бўлган ҳолда кейинги тенгликдан АВ баландлик осонгина топилиб, юқорида келтирилган масала ҳал бўлади.

Ал - Беруний ўзининг «Гномоника» асарида бундай масалалар устида батафсил тўхталади. Тарихий манбалар, жумладан, ҳинд математиги ва астрономи Брахмагуптанинг арифметик китоби «Брахмассиддхата»да келтирилган ечимлар хақида ҳам гапиради. Унга кўра, асосига бориб бўлмайдиган жисмнинг баландлигани ўлчаш учун жисмдан узокроқда текис жой танлаш зарур (3-чизма).



3 чизма

Текис жойда C нукта олиб, унга тик қилиб CF - тўсиқни, гномонни жойлаштирамиз ва унинг тўлиқ сояси CD ни топамиз. Беруний CF гномоннинг тўлиқ соясини аниқлайдиган D нуктани топиш ҳақида бундай деб ёзади: «... шундан кейин у C нуктадан орқага қараб шундай жойга борсинки, у ердан алидоданинг диоптридан F ва A лар бир ориентирда кўринсин... D нукта ерда бўлганлигидан, агар хоҳласанг, ерга ётиб ол, ёки бўлмаса, буйинг баробар чуқур қовлаб, чуқурда туриб, диоптрдан қара» (ал-Беруний, Математические и астрономические трактаты, «Фан», 1987, с. 244). D нукта топилгандан кейин D нуктага CF гномонга тенг иккинчи DH гномонни тиклаймиз ва аввалгига ўхшаб унинг сояси DK ни топамиз. $\triangle ABD \sim \triangle CDF$, $\triangle ABK \sim \triangle DKH$ ўхшашликлардан

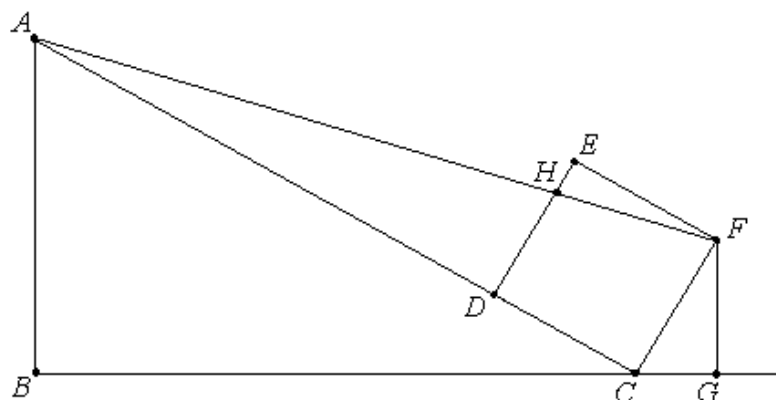
$$\frac{AB}{BD} = \frac{CF}{CD}, \quad \frac{AB}{BK} = \frac{HD}{DK}$$

тенгликлар келиб чиқади ва бу тенгликлар ёрдамида

$$BD = \frac{CD \cdot DK}{DK - CD}, \quad AB = \frac{CF \cdot DK}{DK - CD}$$

эканлигини топиш қийин эмас.

Беруний ўзининг «Геодезия» китобида (ал - Беруний, Геодезия, «Фан», 1982, 167 - б.) ер устидаги масофаларни ўлчашнинг жуда содда ва осон усулини яратади. Бунинг учун у томонлари 1 га тенг бўлган $CDEF$ квадрат олиб, унинг F нуктасига ингичка мих ердамида узун диоптрлик алидода урнатади (4 - чизма).



4 чизма

Квадратни С нуктага шундай ўрнатамизки, A, D, C нукталар «бир тўғри чизиқда ётсин. Кейин F нуктадан тош ташлаб (Беруний таъбири билан айтганда),

FG перпендикулярни ўтказамиз.

$$\triangle ACF \sim \triangle EFH, \quad \triangle ABC \sim \triangle CFG$$

дан

$$AC = \frac{1}{EH}, \quad AB = \frac{CG}{EH} \quad (1)$$

Тенгликларга эга бўламиз.

Ер ўлчови

Ер шарининг диаметрини ўлчаш борасида биринчи уриниш Эратосфен (милоддан аввалги 276 - 196 йиллар) номи билан боғланган. У Асвон ва Искандарияда Қуёшнинг ҳолатига қараб, Ер шари ўлчовини аниқлаган. Асвонда Қуёш зенитда (тик тепада) турган пайтда, Искандарияда Қуёш зенитга нисбатан $7,2^\circ$ эканлигини ҳисоблайди ва бундан Ер шарида Асвон ва Искандарияни бирлаштирувчи ёй $7,2^\circ$ ни, яъни Ер катта айланасининг $1/50$ қисмига тенглигини аниқлайди. Бундан, Асвон ва Искандария орасидага масофани 50 га кўпайтириб, Ер катта айланасининг узунлиги ҳисобланган. Шу усулда Птолемей (II аср) ҳам Ер ўлчовини ҳисоблашга ҳаракат қилган ва ўзининг «География» асарида Ер ўлчовлари ҳақида фикр берган. Лекин антик давр олимлари ўлчаш бирликлари сифатида «стадий» дан фойдаланишган бўлиб, вақт ўтиши билан, айниқса, «Байт ул-ҳикма» академияси даврига (IX аср) келиб, ўлчаш бирликлари орасида ноаниқликлар, зиддиятлар юзага келган ва Ер ўлчови қийматларида хатоликлар борлига аён бўла бошлаган. Натижада

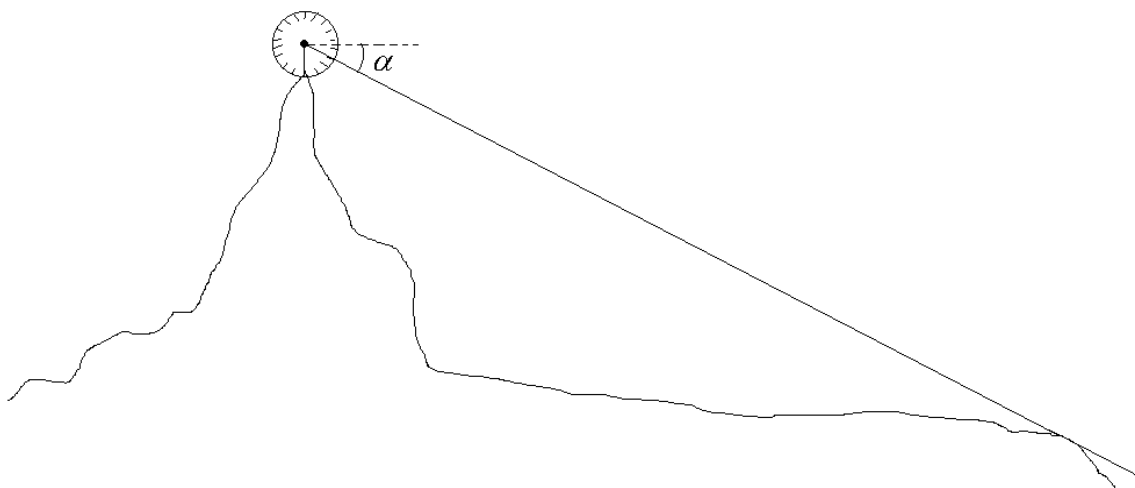
халифа ал - Маъмун ибн ар - Рашид «Байт ул-ҳикма» олимларига Ер шарининг ҳақиқий ўлчовини аниқлашни топширади. Ўлчаш ишлари Мосул яқинида Синжор чўлида бажарилади ва бу ишда, асосан, ўрта осиелик олимлар иштирок қилади. Юртдошимиз ал-Хоразмий бошқарган «Байт ул-ҳикма» олимлари ишни шараф билан бажарадилар ва Ер радиусини $3247 \text{ мил} = 129865996 \text{ газ}$ ёки 6406 км га тенг эканлигини кузатадилар. Аслида эса Ер шарининг экватордаги радиуси $R = 6378 \text{ км}$ га, кутбдаги радиуси эса 6357 км га тенгдир.

Абу Райхон Беруний (973 - 1048) ўзининг «Геодезия», «Қонуни Масъудий» китобларида Ер шари катталигани ўлчашга доир ўзигача бўлган уринишларни батафсил таърифлаб беради ва яна битта янги усул устида мукаммал тўхталади: «Ер ўлчовлари ҳақида», - деб ёзади Беруний, - бизга [«Байт ул-ҳикма» давригача маъносида] фақат рум ва ҳинд мутахассисларининг сўзлари етиб келган. Рум ва ҳиндларнинг ҳар бирида ўлчам [бирликлари] микдор жиҳатидан ҳар хил бўлган, ҳиндлар Ер айланасини бизнинг бир *мил* билан саккиз *мили* ўз ичига оладиган масофа билан ўлчаганлар ва ҳар хил ўлчашларда уларнинг фикри ҳар хил булган, уларнинг бешта «Сиддихонта» ларининг ҳар бирида Ер айланаси бошқасидагидан фарқли баён қилинган. Румликлар эса уни бир микдор билан ўлчаб, буни «*стадия*» деб атаганлар.

Галеннинг айтишича, Эратосфен ўлчаш ишларини бир меридианда жойлашган Асвон ва Искандария шаҳарларида ўтказган. Ҳар қачон Галеннинг «Исботлар китоби» даги микдор Птолемейнинг «Сфериклар санъатига кириш» ва «География» номли ҳар биридаги микдорларга солиштирилса, яна микдорлар бир - биридан тафовутли бўлади. Бундай ихтилофлар Маъмун ибн ар – Рашидни Мосул заминидаги Синжор саҳросида шу фандаги пешқадамлар кўли билан [у масалага] янгидан эътибор беришга қаратди.

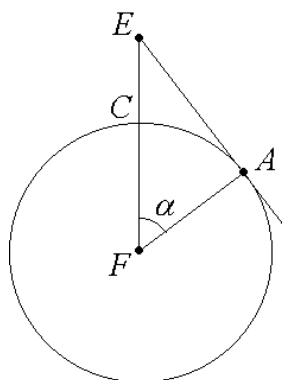
Ер текислигида тўғри чизик, бўйлаб ҳаракат қилган киши ернинг катта айланаси бўйлаб ҳаракат қилган бўлади. Лекин узок, масофани тўғри чизик бўйлаб олиб бориш ўта мушкул ишдир. Шунинг учун ҳам Маъмун олимлари мўлжал учун Олам кутбини [бу ерда кутб юлдузи назарда тутилаётган бўлиши мумкин - А.С.] олишган. Улар эҳтиётли бўлиб, айлана учун белгиланган уч юз олтмишдан бир градуснинг ҳиссасини $56\frac{2}{3}$ - *мил* деб топдилар.

Ер ўлчовини ўзим ҳисоблашга менда катта хоҳиш туғилди ва мен Журжонда катта текис жойни танладим. Лекин саҳронинг қийин шароити, бунга садоқат билан ёрдам берувчининг йўқлиги туфайли Ҳиндистон заминида текис юзли баланд тоғ учратиб, уни (ер радиусини) ўлчашда бошқа усул кўлладим. [Тоғ чўққисидан] осмон ва Ернинг учрашган жойи куйилашиш бурчагини топдим (5-чизма) ва уни $0^{\circ}34'$ ҳисоб қилдим, тоғ чўққиси баландлигини икки жойда ҳисоблаб аниқладим ва уни 652 газ ва газ ўндан бирининг ярмини чиқардим.



5-чизма

Тоғ баланддиги Ер сферасига перпендикуляр чиқарилган CE чизиғи бўлсин (6-чизма). Ер маркази F бўлиб, тоғ чўқисидан тушиб,



6-чизма

уфққа уринувчи чизиқ AE бўлсин, уфқ чизиғига AF ни [перпендикуляр} туташтирамиз, натижада AFE учбурчаги ҳосил бўлади. Бунинг A бурчаги тўғри бурчак бўлиб, унинг ҳамма бурчаги маълумдир. Чунки AEF бурчаги уфқ куйилашиш бурчагининг тўлдирувчиси, яъни $90^\circ - \alpha = 89^\circ 26' ., \gg$ (ал - Беруний, Қонуни Масъудий, V китоб, 1973, 386-387-бетлар).

Шу йўсинда синуслар таърифига кўра Ер радиуси R

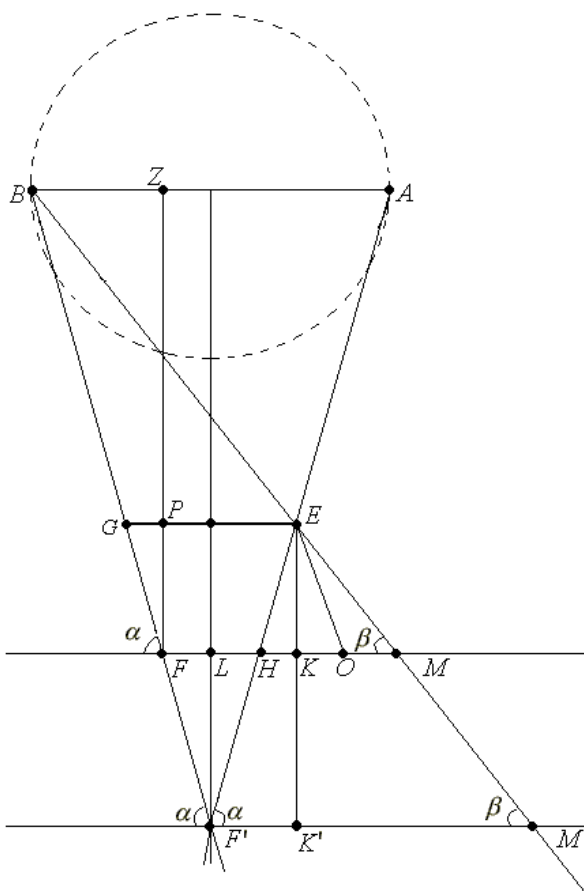
ҳисобланади. ΔAEF дан

$$\sin(90^\circ - \alpha) = \frac{AF}{AF + CE}, AF = \frac{CE \cdot \sin(90^\circ - \alpha)}{1 - \sin(90^\circ - \alpha)} \text{ ёки } AF = \frac{CE \cdot \cos \alpha}{1 - \cos \alpha} \quad (2)$$

Тоғ баландлига CE ни ва $\sin 89^\circ 26'$ ни билган ҳолда, Беруний $R = 12851370 \text{ газ} = 3212,8 \text{ мил} = 6340 \text{ км}$ эканлигини топади.

Осмон жисмлари орасидаги масофалар

Беруний ёзди: «Куёшнинг диаметри AB билан белгиланган бўлсин.



7-чизма

FM Ер текислиги, EG - гномон, Ерга соя берувчи жисм, FH бу жисмнинг Ердаги сояси (диаметри), L соянинг маркази (7 - чизма, бу чизмада FH тўлиқ соя, HM эса қисмий соя бўлаги). Агар биз FH, HM, EG ва EK ларни ($EK \perp FM$) билсак, Куёшдан Ергача масофани ва Куёшнинг диаметрини ҳам билган бўламиз. Хақиқатан ҳам, $EO \parallel GF$ ўтказсак, $OF = GE$ бўлиб, OM маълум. Уни EM га нисбати FM ни MB га нисбатидек. Демак, MB ва FMB учбурчак маълум. FG ни

GP га нисбати FB ни BZ га нисбати кабидир. Демак, BZ , бундан FZ маълум» (ал - Беруний, Математические и астрономические трактаты, «Фан», 1987, с. 210).

Берунийнинг исботи бўйича $\triangle BFM \sim \triangle EOM$ бўлиб, бундан

$$\frac{BM}{FM} = \frac{EM}{OM} \text{ ёки } BM = \frac{EM}{OM} FM$$

$$\frac{FB}{FM} = \frac{EO}{OM} \text{ ёки } FB = \frac{EO}{OM} FM \quad (1)$$

тенгликлар келиб чиқади. $\triangle FGP \sim \triangle FBZ$ дан

$$\frac{FZ}{FB} = \frac{FP}{FG} \text{ ёки } FZ = \frac{FP}{FG} \cdot FB$$

$$\frac{BZ}{FB} = \frac{GP}{FG} \text{ ёки } BZ = \frac{GP}{FG} \cdot FB \quad (2)$$

тенгликлар келиб чиқади.

Бу тенгликлардан биз Ердан Қуёшгача масофа $L=FZ$ ни ва Қуёшнинг радиуси $R=BZ+LH$ ни осон топа оламиз:

$$L = \frac{EK \cdot FM}{FM - EG}, \quad R = \frac{GP \cdot FM}{FM - EG} + \frac{FH}{2}, \quad (3)$$

Бу ерда

$$FM = FH + HM, \quad GP = \frac{EG - FH}{2}$$

Агар биз F ва M нуқталардаги ўткир бурчакларни α ва β билан белгиласак, $\triangle EOM$ га синуслар теоремасини қўллаб, (3) формулаларни ушбу кўринишга келтиришимиз мумкин:

$$L = \frac{\sin \alpha \sin \beta}{\sin(\alpha - \beta)} FM, \quad R = \frac{\cos \alpha \sin \beta}{\sin(\alpha - \beta)} FM + \frac{FH}{2}. \quad (4)$$

Ва, ниҳоят, BF ва AH тўғри чизикларни давом қилдириб, F' нуқтани топайлик ва $F'M' \parallel FM$ тўғри чизик кесмасини ўтказайлик.

$EK' \perp F'M'$ ўтказиб, $tga, tg \beta$ ларнинг таърифидан фойдалансак,

$$L = d \operatorname{tg} \alpha \frac{\operatorname{tg} \beta + \operatorname{tg} \alpha}{\operatorname{tg} \alpha - \operatorname{tg} \beta} - d' \operatorname{tg} \alpha$$

$$R = d \frac{\operatorname{tg} \beta + \operatorname{tg} \alpha}{\operatorname{tg} \alpha - \operatorname{tg} \beta}$$
(5)

формулаларга ҳам эга бўламиз, бу ерда $d = \frac{EG}{2}$, $d' = \frac{FH}{2}$.

(3), (4), (5) формулалар Ердан Осмон ёриткичлари Ой ва Қуёшгача бўлган масофани ва ёриткичлар ўлчовларини ҳисоблаш формуласидир. Афсуски, амалиётда оддий асбоб - ускуналар билан ўлчаганда, Ой ва Қуёшгача бўлган масофалар жуда узоқ бўлганлигидан, FM ва EG кесмалар ёки α ва β бурчаклар деярли бир - бирига тенг чиқади ва бу формулалардаги касрларнинг махражлари деярли 0 га тенг бўлади. Шунинг учун ҳам Беруний даврида формулалардан Осмон жисмлари ўлчовлари ишларида фойдаланишнинг имконияти бўлмаган. Беруний ўз китобида Осмон жисмлари ўлчовлари устида ўзигача бўлган уринишлар, улардаги ноаниқликлар ҳақида батафсил ёзади ҳамда назарий жиҳатдан бу ҳисоблашлар учун қулай ва содда формула берган бўлишига қарамасдан, аниқ бир рақамларда Ой ва Қуёш ўлчовларини келтирмайди.

Лекин тавсия қилинаётган формулалардан ҳаётда биздан узоқроқда бўлган, ёнига боришнинг имконияти бўлмаган жисмларнинг ўлчови ҳамда уларгача бўлган масофани ҳисоблашда фойдаланса бўлади. Бу формулаларни фанда **Беруний формулалари** дейиш, унинг гномоника (соялар) назариясини Беруний номи билан боғлаш мақсадга мувофиқ бўлур эди.