

**ЭЙНШТЕЙН-ПОДОЛЬСКИЙ-РОЗЕН ПАРАДОКСИНИНГ МАЗМУНИ
ҚАНДАЙ?****А.А.Махмудов***Тошкент давлат транспорт университети катта ўқитувчиси***А.М.Худайбергенов***доцент*

Аннотация: Ушбу мақолада Эйнштейн-Подольский-Розен парадокси ва моҳияти ва мазмуни ҳақида фикр юритилади.

Калит сўзлар: Эйнштейн, Подольский, Розен, Эйнштейн-Подольский-Розен парадокси, Гейзенберг, квант механика, ноаниқлик муносабатлари.

Аннотация: В данной статье обсуждается парадокс Эйнштейна-Подольского-Розена, его природа и сущность.

Ключевые слова: Эйнштейн, Подольский, Розен, парадокс Эйнштейна-Подольского-Розена, Гейзенберг, квантовая механика, соотношения неопределенности.

Annotation: This article discusses the Einstein-Podolsky-Rosen paradox, its nature and essence.

Keywords: Einstein, Podolsky, Rosen, Einstein-Podolsky-Rosen paradox, Heisenberg, quantum mechanics, uncertainty relations.

Гейзенберг тенгсизликларининг мазмунини акс эттирувчи ноаниқлик принципининг мазмуни ва моҳияти тўғрисида фикр юритилганда, инсонда қуйидаги муҳим саволлар пайдо бўлиши мумкин: ноаниқлик принципи бизнинг тажриба имкониятларимизнинг чекланганлиги туфайли ҳақиқат ҳақида билишимиз мумкин бўлган нарсаларни акс эттирадими ёки у ҳақиқатнинг моҳиятини акс эттирадими? Квант ноаниқлиги зарраларнинг ҳар қандай вақтда маълум бир координатаси ва тезлиги йўқлигини англатадими? Зарра тезлик, координатанинг дастлабки хусусиятларига эгами ёки улар фақат ўлчов натижасида пайдо бўладими?

Ноаниқлик муносабатлари, яъни тенгсизликлари шуни кўрсатадики, бир вақтнинг ўзида иккита ўзгармас катталиқни, масалан, зарранинг координатаси ва импульсини ёки энергия ва вақтни ёки механик момент ва айланиш бурчагини ўлчаш мумкин эмас. Квант физикаси ўқитувчиси Нильс Бор учун бу муаммо Зен Коанга ўхшарди. Зен коан мантиққа зид бўлган ва парадоксни ўз ичига олган ибора ёки диалогдир. Унга қуйидагиларни мисол келтириш мумкин: “Ҳеч нарса қила олмасангиз-нима қила оласиз?” " Икки кафт бир-бирига урилганда қарсақ чалинганлигини эшитиш мумкин"-деди Мокурай. "Энди менга бир қўлнинг қарсақларини кўрсат"-деди у.

Бор физика фақат ўлчаш мумкин бўлган катталиқлар билан шуғулланади деб ишонган. Физика нуқтаи-назардан, бу воқелик. Ўлчашлар натижасини билишимиздан ташқарида бўлган "чуқурроқ" воқелиқни анализ қилиш учун физикадан фойдаланишга

уриниш, бир қўлнинг қарсак товушини анализ қилиш учун физикадан фойдаланиш билан тенг кучли деб ҳисоблаш мумкин.

Маҳаллий реализм нуқтаи-назаридан, барча ўрганиш объектлари, олинган ўлчовлардан қатъий назар, "объектив равишда мавжуд" параметр қийматларига эга. Эйнштейн бу нуқтаи-назарга амал қилди. Унинг фикрича, хусусиятлар дастлаб объектга хос бўлса-да, улар бизнинг билимиздан яширилган (яширин параметрлар).

1927 йилда бешинчи Сольвей конгрессида Эйнштейн Макс Борн ва Нильс Борнинг квант механикасининг математик моделини моҳиятан эҳтимоллик деб ҳисоблайдиган "Копенгаген интерпретацияси" га кескин қарши чиқди. Унинг таъкидлашича, ушбу интерпретация тарафдорлари "эҳтиёждан фазилат яратадилар" ва эҳтимоллик табиати микрожараёнларнинг физик моҳияти ҳақидаги билимларимиз тўлиқ эмаслигини кўрсатади. Тўлиқ функциясининг физик маъноси ҳақидаги Бор-Эйнштейн баҳси-парадокси шундай пайдо бўлди. Эйнштейн-Подольский-Розен парадоксининг мазмуни қуйидагича бўлади.

Фикрий тажриба. Аммо 1935 йилда Эйнштейн икки ҳамкасби Борис Подольский ва Нейтан Розен билан бу муаммони шу қадар ақлли тарзда ҳал қилдиларки, ўша пайтда бир қўл уриши билан бошланган қарсак эллик йилдан кейин момақалдироқ бўлиб янгради ва бу воқеликни тушунишимизда Эйнштейн ҳам тасаввур қилганидан ҳам кўпроқ бўлган анча катта тўнтариш содир бўлишидан хабар берди. 1935 йилда Эйнштейн, Борис Подольский ва Нейтан Розен билан биргаликда "Физик воқеликнинг квант механик тавсифини тўлиқ деб ҳисоблаш мумкинми?" деб номланувчи мақолани ёзди. Розен хотираларига келтирилишича, Эйнштейн муаммонинг қўйилиши ва мазмунини тузган, Подольский эса мақола матнини таҳрир қилган ва Розен ҳисоб-китобларни амалга оширган. Мақолада фикрий тажриба баён қилинган, кейинчалик бу мақола Эйнштейн-Подольский-Розен парадокси деган ном олди.

Эйнштейн-Подольский-Розен тажрибасининг мақсади квант механикаси ўлчовлар натижаларини муваффақиятли башорат қилса ва тушунтирса-да, лекин у микроолам физикасида охириги сўз бўла олмайди. Ноаниқлик принципи квант механик ёндошишга фундаментал чекловлар қўяди. Ҳар бир зарра ҳар қандай вақтда маълум бир координатага ва тезликка эга, шунчаки квант механикаси бу катталикларни бир вақтнинг ўзида техник жиҳатдан аниқлай олмайди. Демак у коинотнинг фақат қисман тавсифини беради. Шунинг учун квант механикаси физик воқеликнинг тугалланмаган назарияси ҳисобланади. Дарҳақиқат, Эйнштейн, Подольский ва Розен ўзларининг тажрибалари билан янада парадоксал хусусиятни-квант оламининг нолакаллигини кашф қилиш учун йўл очдилар.

Классик физикадан шу нарса келиб чиқадики, агар иккита A ва B системалар фазовий равишда бир-биридан ажратилган ва бир-бири билан ўзаро таъсирлашмаса, у ҳолда физик воқеликни тўла тавсифлаш билан билан A системада содир бўладиган ҳаракатлар B системанинг хоссаларини ўзгартирмайди. Ушбу принципга Эйнштейннинг локаллик принципи дейилади.

Эйнштейн, Подольский ва Розен ўзларининг тажрибалари билан квант оламида эҳтимоллик ва ноаниқликни йўққа чиқаришга ҳаракат қилишди. Агар биз зарра билан алоқа қилмасдан туриб унинг ҳолатини белгиловчи координатаси ва тезлиги тўғрисида билвосита аниқ маълумотга эга бўлсак-чи?

Фараз қилайлик, учинчи C зарранинг емирилиши натижасида иккита бир хил A ва B зарралар ҳосил бўлди. Бунда импульснинг сақланиш қонунига кўра, уларнинг умумий импульси $p(A) + p(B)$ га тенг бўлиб, шу йиғинди учинчи зарранинг импульси $p(C)$ га тенг бўлади. Бу эса иккала зарранинг импульси бир-бири билан ўзаро боғланганлигини кўрсатади. Бундан эса битта A зарранинг импульсини ўлчаш имконияти туғилади ва импульснинг сақланиш қонунига кўра, иккинчи зарранинг ҳаракатига ҳеч қандай ўзгартириш киритмасдан унинг импульсини қуйидагича ҳисоблаш мумкин: $p(B) = p(C) - p(A)$. Кейин, иккинчи зарранинг координатасини ўлчаб, бу зарра учун бир вақтнинг ўзида икки катталик-координата ва импульснинг қийматларини олиш мумкин. Ушбу далил квант механикаси қонунларига зиддир. Шундан келиб чиққан ҳолда айтиш мумкинки, ноаниқлик муносабати абсолют эмас, квант механика қонунлари тўлиқ бўлмасдан уларни келажакда тўлдириш зарурияти туғилади.

Эйнштейн, Подольский ва Розен зарраларнинг ҳар бири ҳақиқатан ҳам исталган вақтда маълум бир координата ва тезликка эга бўлишини исботлашга ҳаракат қилишди. ЭПР шуни таъкидлайдики, ўнгга учаётган зарранинг хоссаларини ўлчаш орқали чапга ҳаракатланаётган заррага ҳеч қандай таъсир ўтказиб бўлмайди, чунки ушбу зарралар фазовий бир-биридан ажратилган. Чапга учаётган зарра ўнгга учаётган зарра билан нима содир бўлишидан беҳабардир. Ўлчашлар вақтида зарралар бир-биридан метр, километр ёки ёруғлик йиллари билан ўлчанадиган масофаларга узоклашиб кетиши мумкин. Шунинг учун чапга ҳаракатланаётган зарра ўнг томондаги зарра нима қилаётганлиги билан қизиқмайди. Хулоса қилиб шуни айтса бўладики, ЭПР хулосаларига кўра, квант механикаси воқеликни тўлиқ очиб бермайди. Табиатдаги зарралар аниқ қийматли координата ва импульсга эга бўладилар.

Кўпгина етакчи физиклар ушбу парадокснинг нашр этилишини "очиқ ҳаводаги мамақалдирок" деб қабул қилишди. Бельгиялик физик Леон Розенфельднинг фикрига кўра Нильс Бор олти ҳафта давомида фақат парадокс муаммоси билан шуғулланган, аммо Эйнштейн келтирган далилдан ҳеч қандай хато тополмаган. Квант механикаси тарафдорлари ушбу кутилмаган фикрга жавоб излашда бироз чалкашликлардан кейин, таниқли физик Вольфганг Паули томонидан ажойиб тарзда ифодаланган одатий прагматик ёндошувга мурожаат қилишди: "Билиш мумкин бўлмаган муаммонинг мавжудлиги устида эски саволларда учрайдиган "игнанинг учига қанча фаришта сиғади?" каби муаммо билан бош қотирмаслик керак".

Умуман олганда физика ва хусусан квант механика фақат коинотнинг ўлчанадиган хоссалари ва катталиклари билан шуғулланиши мумкин. Қолганлари эса физикадан ташқарида бўлади. Агар зарранинг координатаси ва тезлигини бир вақтда

ўлчаб бўлмаса, унда бир вақтнинг ўзида зарранинг координатаси ва тезлиги бор ёки йўқлиги тўғрисида гапиришнинг маъноси бўлмайди.

ЭПР бунга рози бўлмади. Уларнинг фикрига кўра, воқелик детектор кўрсаткичларидан кўпроқ нарсадир; воқелик вақтнинг маълум бир лаҳзасидаги барча кузатишлардан кенгрокдир. Ҳеч ким ва ҳеч нарса, умуман, ҳеч нарса, битта қурилма ёки асбоб Ойга "қарамаса" ҳам, Ой барибир ўз ўрнида қолади. бу айтилган фикрдан келиб чиққан ҳолда улар воқеликнинг бир қисми бўлиб қолишига ишонишган.

1964 йилда бир шарҳловчи "фандаги энг чуқур кашфиёт" деб атаган ажойиб зарбада ирландлик физик Жон Белл квант ноаниқлиги муаммосини ҳал қилди. Белл яширин параметрлар ҳақидаги таҳминни тажрибада синаб кўришнинг бир усули борлигини кўрсатиб берди. Белл шуни кўрсатиб бердики, агар тажриба натижалари ҳар бир зарранинг эҳтимоллик тавсифи тўғри ёки нотўғрилигига, шунингдек, шу зарралар тўпламининг хоссасига араб бутунлай бошқача бўлса, у ёрдамида воқеликни қарор топтириш мумкин. Иккинчи олинган ҳолда эса, алоҳида танланган ҳар бир зарра пайдо бўлган вақтдан бошлаб барча физик параметрларнинг маълум қийматига эга деб қаралади. Бу параметрлар турли зарралар учун турли хил қийматларни қабул қилади. Тасаввур қилиб бўлмайдиган даражада кўп зарралар мавжуд, шунинг учун тажриба ўтказувчи ҳар бир зарра учун параметрлар тўпламини топа олмайди (классик ансамбль-тасодиф). Шу сабабли ушбу параметрларни яширин параметрлар дейилади. Бундай ҳолатнинг исботи Белл теоремаси деб юритилади. Белл теоремаси локаль реализм ва квант нолокаллик тарафдорлари ўртасидаги баҳснинг асосий аргументи ҳисобланади.

Белл теоремаси шакллантирилгандан сўнг уни тажрибада текширишга уринишлар бўлди. Берклилик Жон Клаузер (АҚШ, 1974) ва Ален Аспек (Франция, 1982) Белл теоремасининг тўғрилигини биринчи бўлиб тажрибада исботлаб бердилар. Сўнгги 50 йил ичида 30 дан ортиқ ана шундай тажрибалар ўтказилди. Ушбу тажрибаларда фотонлар ўзаро боғланган зарралар сифатида ишлатилди.

Ҳар иккала зарра пайдо бўлган пайтдан бошлаб чегараланган параметрларга эга деган фараз ҳақиқатга тўғри келмайди, деган хулосага келинди. Шундай қилиб, Беллнинг тенгсизликларини текшириш бўйича тажрибалар бўйича ўтказилган тажрибалар алоҳида олинган заррани ҳам эҳтимоллик хусусиятига эга эканлигини ва ҳеч қандай яширин параметрлар мавжуд эмаслигини исботлайди деб қаралади.

Белл теоремасининг исботи квант физикасида бурилиш нуктаси бўлди. Унинг қийматини баҳолаш қийин. Беллнинг иши чигал фотонлар билан ўтказилган тажрибаларга йўл очиб берди ҳамда квант физикасидаги янги даврни бошлади. Квант механикасининг ғалатилик хусусиятига асосланган квант технологиялари даврига асос солди. Квант механикасига бўлган қизиқишлар яна ортди.

Фойдаланилган адабиётлар:

1. Худайберганов, А. М., & Махмудов, А. А. (2018). Атом физикаси, асосий тушунча, қонун, тажриба ва формулалар. *Тошкент. Наврӯз*.
2. Худайберганов, А. М. (2018). Преимущество при изучении энергетических спектров атомов и закономерности в атомных спектрах в квантовой теории. *Физическое образование в ВУЗах, 24(4)*, 67-74.
3. Makhmudov, A. A., & Khudayberganov, A. M. (2022). Analysis of the level of coverage of topics expressing Bohr's theory of the hydrogen atom in educational literature. *Studies in Economics and Education in the Modern World, 1(9)*.
4. Makhmudov, A. A., & Khudayberganov, A. M. (2022). Creative Lesson on the General Course of Physics on the Topic "Compton Effect". *Vital Annex: International Journal of Novel Research in Advanced Sciences, 1(6)*, 140-145.
5. Makhmudov, A. A., & Khudayberganov, A. M. (2022). Use of innovative technologies in improving the methodology of teaching the subject of atomic physics "Schrödinger's equation" in higher education institutions. *PRINCIPAL ISSUES OF SCIENTIFIC RESEARCH AND MODERN EDUCATION, 1(9)*.
6. Худайберганов, А. М. (2022). НИЛЬС БОРНИНГ АТОМ ФИЗИКАСИНИНГ РИВОЖЛАНИШИГА ҚЎШГАН ҲИССАСИНИ БИЛАСИЗМИ?. *ЎЗБЕК О'ҚИТУВЧИ, 2(23)*, 363-366.
7. Худайберганов, А. М. (2022). КВАНТ АТОМ ФИЗИКАСИНИ ТУШУНТИРИШДА КВАНТ МЕХАНИК ОПЕРАТОРЛАРНИНГ РОЛИ. *ЎЗБЕК О'ҚИТУВЧИ, 2(22)*, 321-325.
8. Махмудов, А. А., & Худайберганов, А. М. (2022). ОЛИЙ ТАЪЛИМ МУАССАСАЛАРИДА АТОМ ФИЗИКАСИНИНГ «ШТАРК ЭФФЕКТИ» МАВЗУСИНИ ЎҚИТИШДА ИННОВАЦИОН ПЕДАГОГИК ТЕХНОЛОГИЯ МЕТОДЛАРИДАН ФОЙДАЛАНИШ. *ЎЗБЕК О'ҚИТУВЧИ, 3(25)*, 116-118.
9. Махмудов, А. А., & Худайберганов, А. М. (2022). МОСЛИК ПРИНЦИПИ ҲАҚИДА НИМАЛАРНИ БИЛИШИМИЗ КЕРАК?. *ЎЗБЕК О'ҚИТУВЧИ, 3(25)*, 111-115.
10. Худайберганов, А. М. (2022). «ОЛИЙ ТАЪЛИМ МУАССАСАЛАРИДА УМУМИЙ ФИЗИКАНИНГ «ШРЕДИНГЕР ТЕНГЛАМАСИ» МАВЗУСИНИ ЎҚИТИШ БЎЙИЧА МЕТОДИК ҚЎЛЛАНМА» НОМЛИ МЕТОДИК ҚЎЛЛАНМАНИНГ МАЗМУНИ НИМАДАН ИБОРАТ?. *ЎЗБЕК О'ҚИТУВЧИ, 2(24)*, 314-316.
11. Махмудов, А. А., & Худайберганов, А. М. (2022, December). Атом физикасини «Водород атомининг Бор назарияси» мавзусининг ўқитиш методикасини такомиллаштиришда инновацион педагогик технология методлари ва дидактик ўйиндан фойдаланиш. In *International scientific-practical conference on "Modern education: problems and solutions"* (Vol. 1, No. 6).

12. Худайберганов, А. М. (2022). УМУМИЙ ФИЗИКА КУРСИДАГИ ТЎЛҚИН ФУНКЦИЯ ТУШУНЧАСИНИ КИРИТИШДА ЭҲТИМОЛИЙ-СТАТИСТИК ҲОЯЛАРИНИНГ РОЛИ. *IJODKOR O'QITUVCHI*, 2(22), 311-316.
13. Худайберганов, А. М. (2022). ОЛИЙ ТАЪЛИМ МУАССАСАЛАРИДА ЎҚИТИЛАДИГАН УМУМИЙ ФИЗИКА КУРСИДА ЎТКАЗИЛАДИГАН ДИДАКТИК ЎЙИНЛАРНИНГ АҲАМИЯТИ НИМАДАН ИБОРАТ?. *IJODKOR O'QITUVCHI*, 2(19), 562-566.
14. Makhmudov, A. A., & Khudayberganov, A. M. (2022). Creative Lesson on the General Course of Physics on the Topic "Photoelectric Effect". *Pioneer: Journal of Advanced Research and Scientific Progress*, 1(6), 56-59.
15. Makhmudov, A. A., & Khudayberganov, A. M. (2023). METHODS OF THEORETICAL TEACHING THE TOPIC "COMPTON EFFECT" OF THE SECTION "ATOMIC PHYSICS" OF THE COURSE OF GENERAL PHYSICS IN HIGHER EDUCATIONAL INSTITUTIONS. *Finland International Scientific Journal of Education, Social Science & Humanities*, 11(1), 123-131.
16. Khudayberganov, A. M. (2018). WHAT SHOULD A FUTURE PHYSICS TEACHER KNOW ABOUT THE HISTORY OF THE ATOM AND ITS DEVELOPMENT?. *Вестник науки и образования*, (15-1), 74-78.
17. MAKHMUDOV, A. A. O., & KHUDAUBERGANOV, A. M. What is the Significance of Conducting Didactic Games in Teaching Atomic Physics Courses in Higher Education. *International Journal of Innovations in Engineering Research and Technology*, 7(06), 116-120.
18. Makhmudov, A. A., & Khudayberganov, A. M. (2023). Teaching methodology of the topic " Stark effect" of the section " Atomic physics" of the course of general physics in higher educational institutions. *American Journal of Research.-USA*, 1(2), 19-26.
19. Makhmudov, A. A., & Khudayberganov, A. M. (2022). CREATIVE LESSON ON THE GENERAL COURSE OF PHYSICS ON THE TOPIC " RUTHERFORD'S EXPERIMENTS AND RUTHERFORD'S FORMULA". *CURRENT RESEARCH JOURNAL OF PEDAGOGICS*, 3(12), 31-35.
20. Махмудов, А. А., & Худайберганов, А. М. (2022, April). Что надо понимать под термином “Квантование” в общей физике?. In *Молодежная наука: вызовы и перспективы. Материалы VI Международной научно-практической конференции студентов, аспирантов и молодых ученых.-Макеева* (Vol. 14, pp. 103-10).
21. Махмудов, А. А., & Худайберганов, А. М. (2023). КВАНТ ТЕЛЕПОРТАЦИЯ ВА КВАНТ ЧИГАЛЛИК ҲАҚИДА НИМАЛАРНИ БИЛАМИЗ?. *IJODKOR O'QITUVCHI*, 3(26), 229-235.
22. Махмудов, А. А., & Худайберганов, А. М. (2023). ОЛИЙ ТАЪЛИМ МУАССАСАЛАРИДА «АТОМ ФИЗИКАСИ» БЎЛИМИНИНГ «ФРАНК-ГЕРЦ ТАЖРИБАЛАРИ» МАВЗУСИНИНГ ЎҚИТИШ МЕТОДИКАСИНИ ТАКОМИЛЛАШТИРИШ. *IJODKOR O'QITUVCHI*, 3(26), 236-242.
23. Махмудов, А. А. О., & Худайберганов, А. М. (2020). ИЗВЕСТНА ЛИ НАМ РЕВОЛЮЦИЯ, КОТОРУЮ СОВЕРШИЛ ПЛАНК? DO WE KNOW THE

REVOLUTION THAT PLANCK MADE?. *M75 Молодежная наука: вызовы и перспективы: материалы*, 106.

24. Махмудов, А. А., & Худайбергенов, А. М. (2023). Умумий физиканинг «Атом физикаси» бўлимига оид бўлган «Фотоэффект» мавзусини ўқитишга доир технологик харита тузиш методикаси. *ПЕДАГОГ РЕСПУБЛИКА ИЛМИЙ ЖУРНАЛИ*, 6(2), 514-520.