



**BERRY FAZASI VA AHARONOV-BOHM EFFEKTI
ELEKTROMAGNIT POTENSIALLARNING KVANT MEXANIKA
TIZIMIGA TA'SIRI**

**Melibaev Muxtardjan,
Abdurafiqov Hayotbek Hislatjon o'g'li
Madolimova Rayxona Yigitali qizi**

Qo'qon davlat pedagogika instituti dotsenti, f.m.f.n, Qo'qon davlat pedagogika instituti Fizika va astronomiya yo'nalishi 4-bosqich talabasi

ANNOTATSIYA. *Ushbu maqolada Berry fazasi va Aharonov-Bohm effekti elektromagnit potentsiallarning kvant mexanika tizimiga ta'siri o'rganiladi. Berry fazasi, kvant tizimining parametrlarining aylanishi natijasida yuzaga keladigan faza o'zgarishi sifatida tanilgan bo'lib, bu hodisa kvant mexanikasining fundamental xususiyatlaridan biridir. Aharonov-Bohm effekti esa, zarralarning elektromagnit maydonlaridan to'g'ridan-to'g'ri ta'sirlanmasdan, elektromagnit potentsiallar orqali qanday qilib faza o'zgarishi mumkinligini ko'rsatadi. Maqolada, Berry fazasi va Aharonov-Bohm effekti o'rtasidagi bog'liqlik va ularning kvant tizimlaridagi roli tahlil qilinadi. Elektromagnit potentsiallar, zarralarning kvant holatlariga va ularning dinamikasiga qanday ta'sir ko'rsatishi, shuningdek, faza o'zgarishlari va interferensiya effektlari o'rganiladi. Ushbu jarayonlar, kvant mexanikasi va klassik fizikada yangi tushunchalar va nazariyalar rivojiga olib kelishi mumkin.*

KALIT SO'ZLAR. *Berry fazasi, Aharonov-Bohm effekti, elektromagnit potentsiallar, kvant mexanikasi, faza o'zgarishi, interferensiya effektlari.*

АННОТАЦИЯ. *В данной работе исследовано влияние фазы Берри и эффекта Ааронова-Бома на квантовомеханическую систему электромагнитных потенциалов. Фаза Берри известна как изменение фазы, вызванное вращением параметров квантовой системы, и это явление является одним из фундаментальных свойств квантовой механики. Эффект Ааронова-Бома показывает, как частицы могут изменять фазу посредством*



электромагнитных потенциалов, не подвергаясь непосредственному воздействию электромагнитных полей. В статье анализируется разница между фазой Берри и зависимостью эффекта Ааронова-Бома и их роль в квантовых системах. Изучены электромагнитные потенциалы, как они влияют на квантовые состояния частиц и их динамику, а также фазовые изменения и интерференционные эффекты. Эти процессы могут привести к развитию новых концепций и теорий в квантовой механике и классической физике.

КЛЮЧЕВЫЕ СЛОВА. фаза Берри, эффект Ааронова-Бома, электромагнитные потенциалы, квантовая механика, фазовый переход, интерференционные эффекты.

ANNOTATION. *In three articles, the Berry phase and the Aharonov-Bohm effect affect the quantum mechanical system of electromagnetic potentials. The Berry phase, the perturbation of the quantum parameters, is known as the phase itself, and this phenomenon is one of the fundamental parts of quantum mechanics. The Aharonov-Bohm effect is how the phase difference can be seen through electromagnetic potentials without being directly affected by the electromagnetic fields of the particles. In the article, the Berry phase and the Aharonov-Bohm effect Analysis of the role of intrinsic correlation and editing in quantum systems. Electromagnetic potentials, how they affect the quantum states and control dynamics of particles, level, phase effects, and interference effects are studied. The three processes can lead to the development of new concepts and theories in quantum mechanics and classical physics.*

KEY WORDS. *Berry phase, Aharonov-Bohm effect, electromagnetic potentials, quantum mechanics, phase cancellation, interference effects.*

Kirish.

Kvant mexanikasi zamonaviy fizikada eng muhim nazariyalaridan biri bo'lib, u atom va subatom zarralarining xulq-atvorini tushuntirishga qaratilgan. Ushbu nazariyaning asosiy tushunchalaridan biri faza, ya'ni kvant holatining o'zgarishi bilan bog'liq bo'lgan matematik ifodadir. Berry fazasi va Aharonov-Bohm effekti

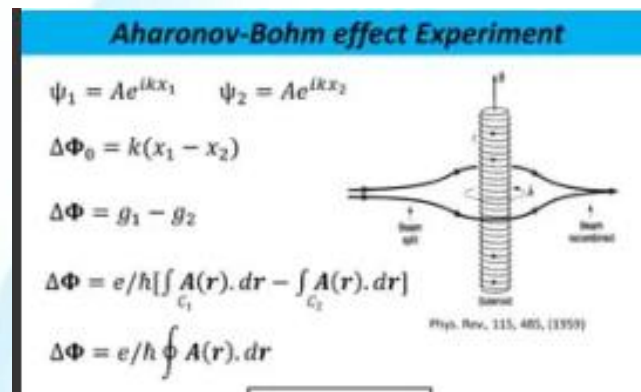


elektromagnit potentsiallarning kvant mexanika tizimiga ta'sirini o'rganishda muhim rol o'ynaydi. Ushbu maqolada, biz Berry fazasi va Aharonov-Bohm effektining mohiyatini, ularning kvant tizimlaridagi ahamiyatini va elektromagnit potentsiallar bilan bog'liq o'zaro ta'sirlarini batafsil ko'rib chiqamiz.

Berry fazasi, 1984 yilda Sir Michael Berry tomonidan kiritilgan tushuncha bo'lib, kvant tizimining parametrlarining aylanishi natijasida yuzaga keladigan faza o'zgarishini ifodalaydi. Agar kvant tizimining holati parametrlar (masalan, magnit maydon yoki potentsial) bilan bog'liq bo'lsa va bu parametrlar aylansa, tizimning holati o'zgarishi bilan birga, qo'shimcha bir faza paydo bo'ladi. Bu faza, klassik mexanikada kutilmagan hodisa bo'lib, kvant tizimlarining xulq-atvorini tushunishda yangi imkoniyatlar yaratadi. Berry fazasini matematik jihatdan ifodalash uchun, avval kvant holatining vektorini ko'rib chiqamiz. Agar $|\psi(t)\rangle$ holati parametrlar \mathbf{R} ga bog'liq bo'lsa, unda Berry fazasi quyidagi tarzda ifodalanadi:

$$\gamma = i \int_{\mathcal{C}} \langle \psi(\mathbf{R}) | \nabla_{\mathbf{R}} \psi(\mathbf{R}) \rangle \cdot d\mathbf{R}$$

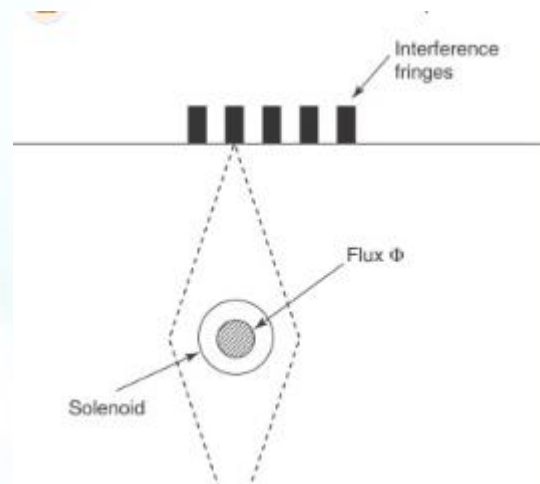
Bu yerda \mathcal{C} parametrlar fazasidagi aylanish yo'li, $\langle \psi(\mathbf{R}) | \nabla_{\mathbf{R}} \psi(\mathbf{R}) \rangle$ esa holatning gradientidir. Berry fazasi, kvant tizimining holatini o'zgartirmasdan, faqat parametrlarning aylanishi natijasida paydo bo'ladi. Berry fazasi, kvant tizimlarining xulq-atvorini tushunishda muhim ahamiyatga ega. Bu faza, zarralarning interferensiya effektlariga ta'sir ko'rsatadi va kvant holatining dinamikasini belgilaydi. Berry fazasi, shuningdek, topologik faza sifatida qaralishi mumkin, chunki u kvant tizimining topologik xususiyatlariga bog'liq. Aharonov-Bohm effekti, 1959 yilda Yakir Aharonov va David Bohm tomonidan kiritilgan, elektromagnit maydonlarning kvant tizimlariga ta'sirini o'rganadigan nazariy hodisadir. Ushbu effekt, zarralarning elektromagnit maydonlaridan to'g'ridan-to'g'ri ta'sirlanmasdan, elektromagnit potentsiallar orqali qanday qilib faza o'zgarishi mumkinligini ko'rsatadi.



1-rasm.

Berry fazasi va Aharonov-Bohm effekti

Aharonov-Bohm effektining eksperimental tasdiqlanishi 1986 yilda amalga oshirildi. Tajribalarda, zarralar elektromagnit maydonlaridan to'g'ridan-to'g'ri ta'sirlanmasdan, faqat elektromagnit potentsiallar orqali faza o'zgarishini ko'rsatdi. Bu hodisa, klassik fizikada kutilmagan natija bo'lib, kvant mexanikasining fundamental xususiyatlarini ochib berdi. Aharonov-Bohm effektini matematik jihatdan ifodalash uchun, elektromagnit maydonlarining vektori **A** va skalar potentsiali ϕ dan foydalanamiz.



2-rasm.

Aharonov-Bohm effekti.

Berry fazasi va Aharonov-Bohm effekti o'rtasidagi bog'liqlik, elektromagnit potentsiallarning kvant tizimlariga ta'sirini yanada chuqurroq tushunishga yordam beradi. Ikkala hodisa ham kvant tizimlarining fazasini o'zgartirish bilan bog'liq bo'lib, ular elektromagnit maydonlarining ta'sirini ko'rsatadi. Elektromagnit potentsiallar kvant tizimlarining xulq-atvoriga sezilarli ta'sir ko'rsatadi. Ular, zarralarning fazasini o'zgartirib, interferensiya effektlarini keltirib chiqaradi. Bu jarayonlar, kvant mexanikasining fundamental xususiyatlarini o'rganishda muhim



ahamiyatga ega. Elektromagnit potentsiallar, zarralarning kvant holatlariga ta'sir ko'rsatib, interferensiya effektlarini keltirib chiqaradi. Zarralar, elektromagnit maydonlaridan to'g'ridan-to'g'ri ta'sirlanmasdan, faqat potentsiallar orqali faza o'zgarishini ko'rsatadi. Bu hodisa, Aharonov-Bohm effektida ko'rinadi va kvant tizimlarining xulq-atvorini tushinishda muhim rol o'ynaydi.

Berry fazasi elektromagnit potentsiallarning kvant tizimlaridagi ahamiyatini ochib beradi. Berry fazasi, zarralarning elektromagnit maydonlaridan to'g'ridan-to'g'ri ta'sirlanmasdan, faqat parametrlarning aylanishi natijasida yuzaga keladi. Bu, kvant tizimlarining dinamikasini belgilaydi va interferensiya effektlariga ta'sir ko'rsatadi.

XULOSA.

Berry fazasi va Aharonov-Bohm effekti elektromagnit potentsiallarning kvant mexanika tizimiga ta'sirini o'rganishda muhim ahamiyatga ega. Ushbu hodisalar, kvant tizimlarining fazasini o'zgartirishda va interferensiya effektlarini keltirib chiqarishda muhim rol o'ynaydi. Elektromagnit potentsiallar, zarralarning kvant holatlariga ta'sir ko'rsatib, yangi nazariy va eksperimental tadqiqotlar uchun asos bo'lib xizmat qiladi. Ushbu maqola, Berry fazasi va Aharonov-Bohm effektining kvant mexanikasidagi o'rnini ochib beradi va zamonaviy fizikada yangi tushunchalar va nazariyalar rivojiga olib kelishi mumkin. Kelajakda, ushbu tadqiqotlar kvant texnologiyalari, optoelektronika va materialshunoslik sohalarida yangi imkoniyatlar yaratishi kutilmoqda.

FOYDALANILGAN ADABIYOTLAR RO'YXATI.

1. Landay L.D., Lifshis Y.M. Nazariy fizika qisqa kursi. T.2. Kvant mexanikasi. Toshkent, 1979.
2. Ландау Л.Д., Лифшиц ЕМ. Теоретическая физика. Т.3. Квантовая механика. Нерелятивистская теория - М., 1989.
3. Гречко А.Т., Сучаков В.И., Томашевич О.Ф., Федорченко А.М. Сборник задач по теоретической физике. - М., Просвещение,
4. Vakil R.X. Kvant mexanikasiga kirish. O'quv qo'llanma. "O'qituvchi", 1989 й.
5. Qodirov O., Boydedayev A., Fizika kursi. Kvant fizika. O'quv qo'llanma. - T., 2005.



6. Musahanov M.M., Padzerskiy V.A., Fayzulin B.A. Relyativisticheskaya kvantovaya mexanika. Osnovnye ponyatiya i zakony. T. 1, 2003.
7. Berry, M. V. (1984). "Quantal Phase Factors Accompanying Adiabatic Changes." Proceedings of the Royal Society of London. Series A, Mathematical and Physical Sciences.
8. Aharonov, Y., & Bohm, D. (1959). "Significance of Electromagnetic Potentials in the Quantum Theory." Physical Review.
9. Shapere, A. D., & Wilczek, F. (1989). "Geometric Phases in Physics." World Scientific.
10. Cohen-Tannoudji, C., Diu, B., & Laloë, F. (1992). "Quantum Mechanics." Wiley.