

**DE BROYL TO'LQINI:ZARRALAR VA TO'LQINLAR
O'RTASIDAGI DUALIZM**

Abduvaliyeva Sevinch

Guliston davlat universiteti, Axborot tizimlari va texnologiyalari

yo'nalishi I-bosqich talabasi

+998994355206

abduvaliyevasevinch71@gmail.com

Alloyorova Shahzoda

Guliston davlat universiteti, Axborot tizimlari va texnologiyalari

yo'nalishi I-bosqich talabasi

+998976062708

allayorovashahzoda004@gmail.com

Xoljigitova Begoyim

Guliston davlat universiteti, Axborot tizimlari va texnologiyalari

yo'nalishi I-bosqich talabasi

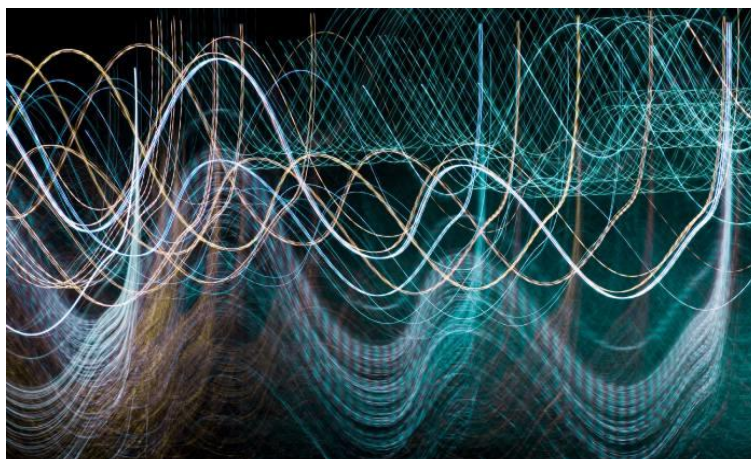
+998942980123

Annotatsiya: *Louis de Broylning to'lqin nazariyasi 1924 yilda kiritilgan va kvant mexanikasining asosiy tamoyillaridan biri hisoblanadi. De Broyl to'lqini, har qanday harakatlanayotgan zarraaning to'lqin xususiyatlariga ega ekanligini ta'kidlaydi, ya'ni zarraalar va to'lqinlar o'rtasidagi dualizmni ifodalaydi. Ushbu nazariya, materiyaning mikroskopik darajadagi tabiati haqida yangi qarashlarni taklif qilib, elektronlar, fotonlar va boshqa subatomik zarraalar uchun to'lqin uzunligini hisoblash imkonini beradi. Maqola de Broyl to'lqini kontseptsiyasini, uning tarixiy rivojlanishini va kvant mexanikasida qo'llanilishini o'rganadi. Shuningdek, bu nazariyaning zamonaviy fizikada, masalan, elektron mikroskopiya va boshqa zamonaviy texnologiyalarni rivojlantirishdagi ahamiyati ham ko'rib chiqiladi.*

***Kalit so'zlar:** De Broyl to'liqini, zarralar va to'liqlar dualizmi, kvant mexanika, subatomik zarralar, plank doimiysi, to'liqin xususiyatlari, materiyaning dalgalanishi, elektronlar va to'liqlar, mikroskopik fizika, Louis de Broyl, kvant fizikasining asosiy tamoyillari, zarraning momentum.*

Kirish. XX asr boshlarida, klassik fizika o'zining asosiy tamoyillariga to'liq ishonib, mikroskopik dunyoning sirlarini tushuntirishda cheklangan edi. Ammo 1924 yilda fransuz olimi Louis de Broyl, zarralar ham to'liqin xususiyatlariga ega bo'lishi mumkinligini ta'kidladi. U o'zining “De Broyl to'liqini” nazariyasini ilgari surdi va bu nazariya, materiyaning mikroskopik darajadagi tabiati haqida yangi tasavvur yaratdi. De Broylning fikricha, har qanday harakatlanayotgan zarra, masalan, elektron yoki proton, to'liqin sifatida ham tasvirlanishi mumkin. Bu g'oya, kvant mexanika va zamonaviy fizikaning rivojlanishiga katta ta'sir ko'rsatdi. De Broyl to'liqini, materiyaning ikki xil tabiatini — zarra va to'liqin sifatlarini — birlashtiradigan nazariy tushuncha bo'lib, kvant fizikasining asosiy elementlaridan biriga aylandi. Bu nazariyaning markazida zarraaning momentumini va to'liqin uzunligi o'rtasidagi bog'liqlik yotadi. De Broyl to'liqini formulasi () yordamida, biz harakatlanayotgan zarraaning to'liqin uzunligini hisoblash imkoniga ega bo'lamiz. Ushbu maqola, De Broyl to'liqinining ilmiy asosi, uning kvant mexanikasidagi ahamiyati va zamonaviy ilm-fan va texnologiyalarga qanday ta'sir ko'rsatganini o'rganadi. De Broylning nazariyasi nafaqat fizikani, balki texnologiyani ham tubdan o'zgartirgan. Elektron mikroskoplari va boshqa ilg'or ilmiy usullar bu g'oya asosida rivojlandi va yangi ilmiy kashfiyotlarga olib keldi. Shuningdek, maqolada De Broyl to'liqinining tajribaviy tasdiqlanishi, uning fizikaga qo'shgan hissasi va zamonaviy fizikada uning o'rni batafsil muhokama qilinadi.

Asosiy qism:



De Broyl to'liqlari nazaryasining ilm-fan tarixidagi o'rni. De Broylning to'liqin-zarra dualizmi nazariyasi ilm-fan tarixida juda muhim o'rin tutadi, chunki u mikro dunyodagi zarralar va to'liqlar o'rtasidagi murakkab munosabatlarni tushunishga yangi yondashuvni taklif etdi.

Kvant mexanikasining rivojlanishiga ta'siri. De Broylning to'liqin-zarra dualizmi nazariyasi kvant mexanikasining asosiy printsiplaridan biriga aylangan. Avvalgi klassik fizika, zarralarni faqat aniq, muayyan joylashuvda va harakatda bo'lgan obyektlar sifatida tasavvur qilgan bo'lsa, De Broyl nazariyasi mikro dunyo obyektlarini ikkita xususiyatga ega, ya'ni zarraviy va to'liqinni xususiyatlarga ega bo'lishini ko'rsatdi. Bu nazariyaning rivojlanishi kvant mexanikasining fundamental tamoyillaridan biri bo'lib qoldi.

Kvant mexanikasida to'liqin va zarra tushunchalarining integratsiyasi. De Broylning g'oyasi, zarrachalarni faqat zarra sifatida emas, balki to'liqin sifatida ham ko'rish zarurligini ta'kidladi. Bu tushuncha, keyinchalik Schrödingerning to'liqin tenglamasi va Heisenbergning noaniqlik prinsipi kabi boshqa muhim nazariyalar bilan birgalikda, zarra va to'liqlarning birgalikda amal qilishini tushunishga imkon berdi.

Elektronlar va mikroskopik zarralar haqida yangi qarashlar. De Broyl nazariyasi mikroskopik zarralar (masalan, elektronlar) uchun yangi tushunchalarni yaratdi. Elektronlar kabi zarrachalar nafaqat aniq nuqtalarda mavjud bo'lishi, balki to'liqlar sifatida ham tarqalishi mumkinligi tasdiqlandi. Bu, o'z navbatida, elektronlarning atom ichida qanday harakatlanishini yaxshiroq tushunishga yordam berdi.

Davisson va Germerning tajribasi va nazariyaning tasdiqlanishi. De Broylning nazariyasi 1927-yilda Davisson va Germer tomonidan amalga oshirilgan tajriba orqali tasdiqlandi. Elektronlarning kristall panjaralari orqali diffraksiyasi kuzatilib, mikroskopik zarrachalar to‘lqin sifatida ham xatti-harakat qilishi mumkinligi amalda ko‘rsatildi. Bu hodisa De Broylning nazariyasining haqiqiylikini isbotlab berdi va kvant mexanikaning rivojlanishiga katta hissa qo‘shdi.

Tajribaning maqsadi: Davisson va Germer elektronlarning kristall panjaralari orqali diffraksiyasini tekshirishni maqsad qilishdi. Ular elektronlar kristall panjaralari bilan to‘qnashib, diffraksiya hodisasini hosil qiladimi-yo‘qmi, degan savolga javob izlashdi.

• Eksperiment jarayoni:

- Elektronlar vakuumda tezlashtirildi va ular kristall panjaralari (boshqacha aytganda, metal kristallar) orqali yuborildi.

- To‘lqinlar bilan zarrachalar o‘rtasidagi o‘zaro ta’sirni tekshirish uchun elektronlarning diffraksiya naqshlari (ya’ni elektronlarning qanday o‘zgarishi) kuzatildi.

- **Natija:** Tajriba shuni ko‘rsatdiki, elektronlar to‘lqin sifatida diffraksiya qilishi mumkin, bu esa De Broylning nazariyasini to‘liq tasdiqladi. Elektronlar kristall panjarasidan o‘tkazilganda, ular to‘lqin sifatida harakat qilib, o‘zaro interferensiya hosil qiladi va diffraksiya naqshlari paydo bo‘ladi.

De Broyl nazariyasining asosiy xulosasi :

- Tajriba natijasi, mikroskopik zarralarning (masalan, elektronlarning) nafaqat zarra sifatida, balki to‘lqin sifatida ham xatti-harakat qilishi mumkinligini tasdiqladi.

- Bu hodisa, De Broyl formulasi orqali tasvirlangan to‘lqin uzunligi bilan juda yaxshi mos keladi. Elektronlar uchun to‘lqin uzunligi , ya’ni momentga bog‘liq bo‘ladi. Tajriba elektronlarning momentiga mos keladigan to‘lqin uzunligi bilan diffraksiya hosil qilganligini ko‘rsatdi.

Kvant fizikasining fundamental printsiplari va zamonaviy ilm-fanga ta'siri. De Broylning to'liqin-zarra dualizmi nazariyasi keyinchalik boshqa fizik nazariyalar va texnologiyalar rivojlanishiga ta'sir ko'rsatdi. Masalan, elektron mikroskoplari va yarimo'tkazgichlar texnologiyasining rivojlanishi, kvant hisoblash va kvant kompyuterlar kabi zamonaviy ilmiy va texnologik yutuqlar, De Broylning nazariyasiga asoslangan tushunchalar va eksperimentlarga tayangan.

Luy de Broylning to'liqinlar nazariyasining asosiy g'oyalari

To'liqin-xususiyatlari mavjudligi: Har bir zarraning (masalan, elektron, proton) o'ziga xos to'liqin uzunligi mavjud, ya'ni u faqat zarra sifatida emas, balki to'liqin sifatida ham ko'rilishi mumkin.

Zarra va to'liqlarning dual tabiati: Zarralar va to'liqinlar orasida o'zaro bog'lanish mavjud. Zarralar to'liqin sifatida, masalan, diffraksiya va interferensiya kabi xususiyatlarni ko'rsatishi mumkin, bu esa ularning to'liqin sifatidagi xatti-harakatini tasdiqlaydi.

De Broylning asosiy g'oyasi, mikroskopik zarralarning to'liqin sifatida ham xatti-harakat qilishi, klassik fizikaning zarralarga oid tushunchalarini yangilab, kvant mexanikasining rivojlanishida yangi yo'nalish ochdi. Bu nazariya, keyinchalik kvant mexanikasining rivojlanishi, atom tuzilishi, elektronlarning harakati va kvant texnologiyalari kabi sohalarda yangi yutuqlarga olib keldi.

Zarra va to'liqinlar orasidagi ikki tomonlama xususiyatlar.

De Broyl to'liqlari nazariyasida zarrachalar va to'liqinlar o'rtasidagi dualizm (ikki tomonlama xususiyatlar) mikro dunyoning tabiati va xatti-harakatlarini tushunishda muhim rol o'ynaydi. Bu tushuncha shundan iboratki, mikroskopik zarralar (masalan, elektronlar, fotonlar) nafaqat zarra sifatida, balki to'liqin sifatida ham xatti-harakat qilishi mumkin. Boshqacha aytganda, mikroskopik obyektlar ikki xil — zarra va to'liqin — sifatida mavjud bo'lishi mumkin. Bu ikki tomonlama xususiyatlar kvant mexanikasining asosiy

xususiyatlaridan biridir va De Broylning to‘lqin-zarra dualizmi nazariyasining markaziy nuqtasini tashkil etadi.

Zarra sifatidagi xususiyatlar: Klassik fizika nuqtai nazaridan, zarra — bu aniq bir nuqtada joylashgan va ma’lum bir tezlikka ega bo‘lgan jismdir. Zarralar:

- An’anaviy harakat va joylashuv: Zarralar faqat aniq bir nuqtada joylashgan va ularning holati (masalan, tezligi, momenti) aniq belgilangan.

- Mekanika qonunlariga bo‘ysunish: Zarralar klassik mexanikada o‘rganiladigan obyektlardir, ular Newtontomobillari, kuchlar, va impuls qonunlariga bo‘ysunadi.

- Ishlash va o‘tkazish: Zarralar odatda to‘g‘ridan-to‘g‘ri ta’sir va o‘zaro aloqa orqali ishlaydi, masalan, to‘qnashuvlar va impulslarning uzatilishi.

To‘lqin sifatidagi xususiyatlar: Kvant fizikasida, zarralar to‘lqin sifatida ham xatti-harakat qilishi mumkin. To‘lqinlar:

- Difraksiya va interferensiya: To‘lqinlar ikki yoki undan ortiq manbalardan tarqalganda, ular bir-biri bilan aralashib, o‘zaro kuchayish yoki sustlashish holatlarini yaratishi mumkin (diffraksiya va interferensiya). Elektronlar kabi zarralar ham shu xususiyatlarni namoyish etadi, masalan, kristallar orqali elektronlarning diffraksiyasi.

- To‘lqin uzunligi va tezligi: Zarralar to‘lqin sifatida aniqlanishi mumkin, bu esa ularning to‘lqin uzunligini, tezligini va chastotasini belgilaydi.

- Ehtimoliy xususiyatlar: To‘lqinlar odatda aniq bir joylashuvga ega emas, balki ularning mavjudligi ehtimollik bilan ifodalanadi. Elektronlarning harakati yoki joylashuvi faqat ehtimoliydir va bu “to‘lqin funktsiyasi” yordamida tasvirlanadi.

To‘lqin-zarra dualizmi: De Broylning to‘lqin-zarra dualizmi konsepsiyasi zarra va to‘lqinlarning ikkita xususiyatlarini bir vaqtning o‘zida o‘z ichiga oladi. Bu dualizmning asosiy jihatlari:

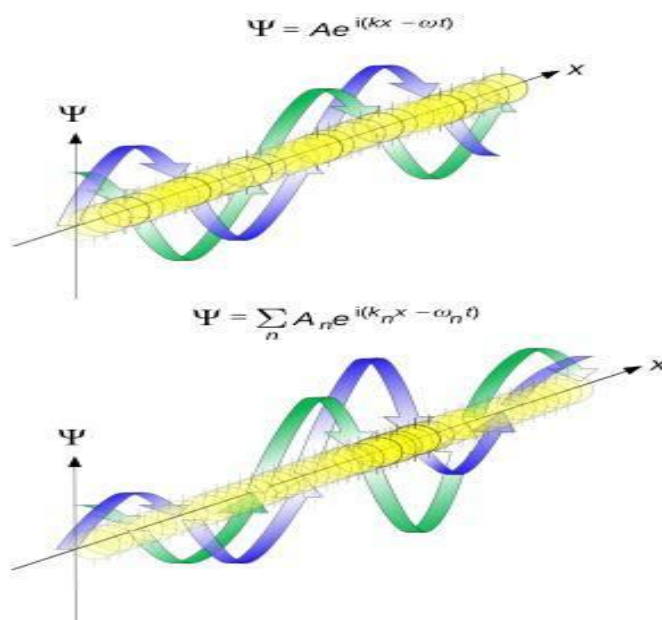
- Zarraning to‘lqin sifatidagi xususiyatlari: Zarra, masalan, elektron yoki foton, bir vaqtning o‘zida to‘lqin sifatida ham xatti-harakat qiladi. Bu to‘lqinlar, masalan, diffraksiya yoki interferensiya kabi hodisalarda o‘zini ko‘rsatadi.

- To‘lqinning zarra sifatidagi xususiyatlari: Shu bilan birga, to‘lqinlar (masalan, yorug‘lik yoki elektromagnit to‘lqinlar) ham ma’lum bir energiya yoki impulsqa ega bo‘lgan zarra sifatida harakat qilishi mumkin. Bu fotonlar kabi mikroskopik zarrachalar bilan tasvirlanadi. De Broylning g‘oyasi, zarralar va to‘lqinlarning ikki tomonlama xususiyatlarini birlashtirib, mikro dunyoda zarra va to‘lqinlarning hech biri alohida emas, balki ular o‘rtasida o‘zaro bog‘lanish mavjudligini ko‘rsatdi. Bu nazariya kvant mexanikasining asosiy prinsiplari va zamonaviy ilm-fanda ko‘plab muhim texnologiyalarning rivojlanishiga turtki berdi.

Zarra-to‘lqin dualizmining amaliy ko‘rinishlari :

- Elektron mikroskoplari: Elektronlar to‘lqin sifatida tarqalib, kristallar va materiallarning tuzilishini yuqori aniqlikda kuzatishga imkon beradi.

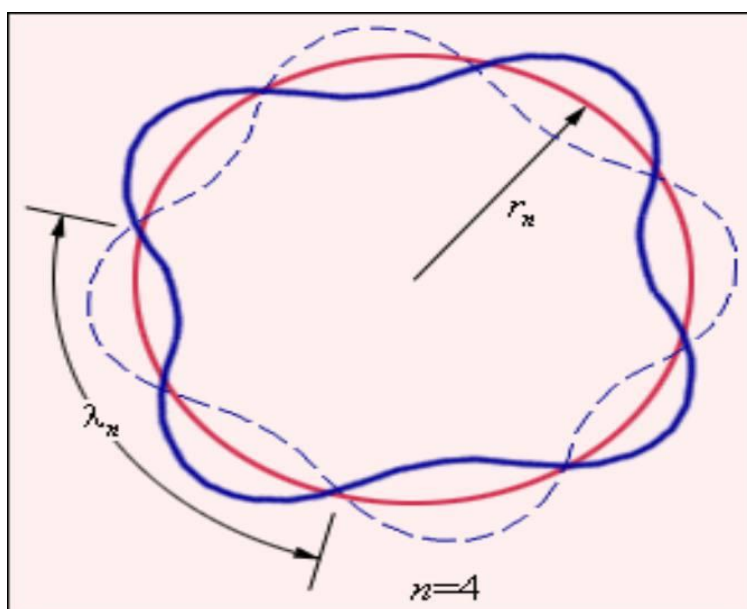
- Kvant kompyuterlar: Zarra-to‘lqin dualizmi, kvant hisoblashning asosini tashkil etadi, chunki kvant bitlari (qubits) o‘z holatlarini to‘lqin sifatida saqlaydi, shuning uchun ular bir nechta holatlarni bir vaqtning o‘zida hisoblash imkoniyatini beradi.



Dr Broyl formulasi

De Broyl formulasi mikroskopik zarralar (masalan, elektronlar) va to‘lqinlar o‘rtasidagi dualizmni ifodalaydi. Bu formula, har bir zarraning to‘lqin uzunligini hisoblash uchun ishlatiladi. De Broyl nazariyasiga ko‘ra, zarraning to‘lqin uzunligi (λ) uning momenti (p) bilan bog‘liq bo‘lib, quyidagi formulaga ega: $\lambda=h/p$

Bu yerda h Plank doimiysi, p esa zarra momenti (momentum) hisoblanadi. Bu formula, zarra va to‘lqinlarning o‘zaro bog‘liqligini matematik tarzda ifodalaydi. De Broyl formulasi shuni ko‘rsatadiki, mikroskopik zarralar (masalan, elektronlar) nafaqat aniq bir nuqtada, balki to‘lqin sifatida ham xatti-harakat qilishi mumkin. Zarraning momenti (massa va tezlikning ko‘paytmasi) bilan uning to‘lqin uzunligi o‘rtasida teskari bog‘lanish mavjud: zarra tezroq harakat qilgan sari uning to‘lqin uzunligi qisqaradi. Agar zarraning tezligi juda katta bo‘lsa, uning to‘lqin uzunligi juda kichik bo‘ladi. Bu formula, kvant mexanikasining o‘ziga xos xususiyatlarini va zarrachalarning mikroskopik darajadagi xatti-harakatlarini tushunishda juda muhim ahamiyatga ega.

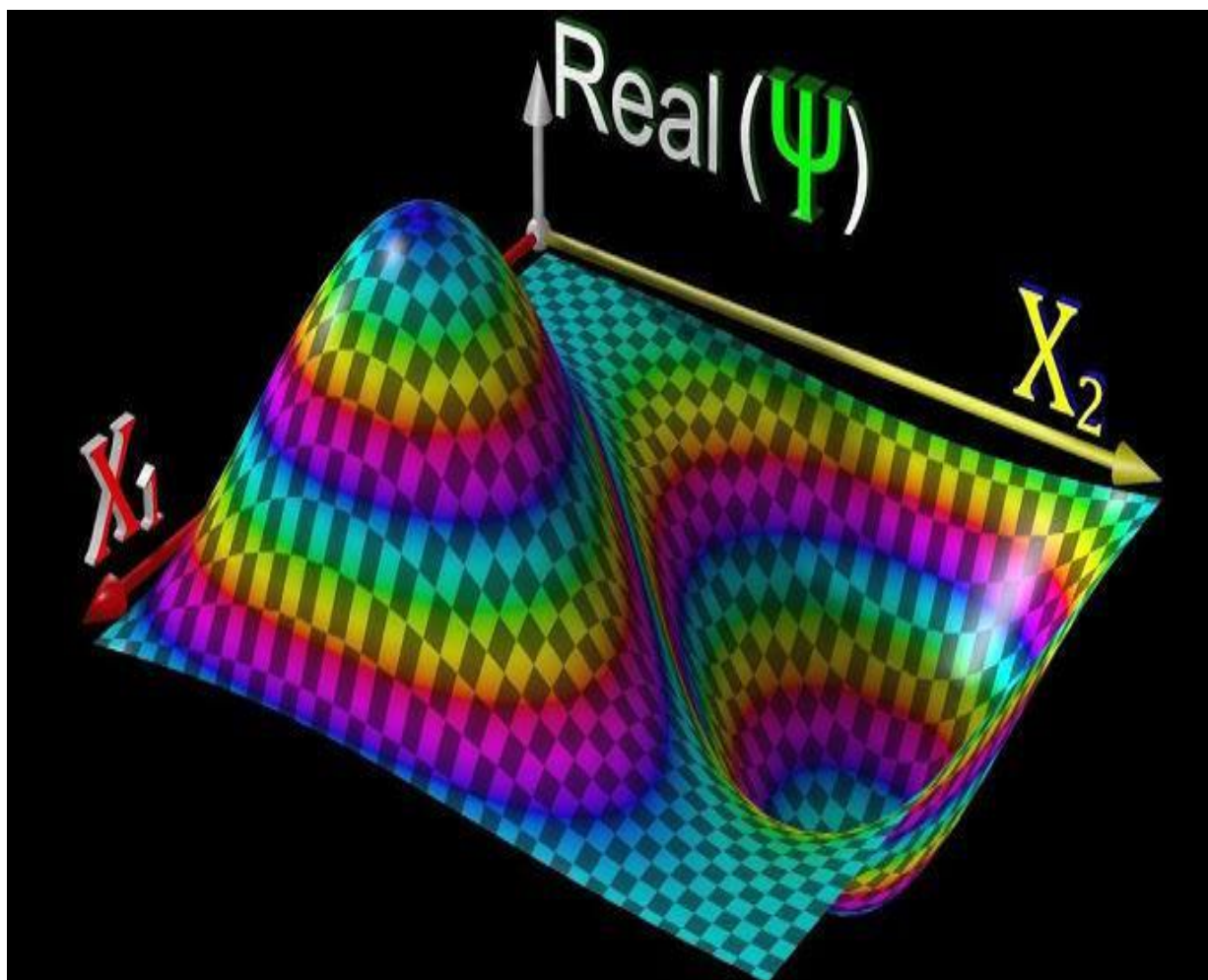


De Broyl to‘lqinlarining bir yo‘nalishda tarqalishi — murakkab amplitudaning haqiqiy qismi ko‘k, xayoliy qismi yashil rangda. Berilgan x nuqtada zarrachani topish ehtimoli (rangning shaffofligi sifatida ko‘rsatilgan) to‘lqin shakli kabi tarqaladi va zarrachaning aniq joylashuvi yo‘q. Amplituda

noldan yuqori bo'lsa, qiyalik pasayadi, shuning uchun amplituda yana kamayadi va aksincha. Natijada o'zgaruvchan amplituda hosil bo'ladi: Yuqori: tekis to'lqin . Pastki: to'lqin paketi .

De Broyl to'lqinining zamonaviy il-fandagi o'rni

De Broyl to'lqini nazariyasi ko'plab zamonaviy ilmiy va texnologik sohalarda qo'llaniladi. Uning ta'siri asosan kvant mexanikasi, materialshunoslik, nanoteknologiya, va yarimo'tkazgichlar sohalarida kuchliroq seziladi. De Broyl to'lqinlari zarra va to'lqin dualizmini tushuntirishda muhim rol o'ynaydi. Bu nazariya subatomik zarralar (masalan, elektronlar) xatti-harakatlarini to'liq tushunishga imkon beradi. Zamonaviy kvant mexanikasida to'lqin-funksiyalari va ehtimollar bilan bog'liq ishlanmalar de Broylning ishiga tayanadi. Elektronlar, ularning to'lqin xususiyatlariga ega bo'lgani sababli, odatiy optik mikroskoplar yordamida ko'rinmaydigan juda kichik ob'ektlarni, masalan, atomlar va molekulalarni tasvirlashda ishlatiladi. Elektron mikroskoplarida, elektronlar to'lqinlari yordamida yuqori o'lchamda tasvirlar olinadi. De Broyl to'lqini nazariyasi, zarra va to'lqin dualizmi prinsipiga asoslanib, nanomateriallar va nanomashinalar ishlab chiqishda muhim hisoblanadi. Nanoteknologiya zarralar o'lchami kichik bo'lganidan, ularning kvant xususiyatlari katta ahamiyatga ega bo'lib, de Broyl nazariyasi bu xususiyatlarni hisobga olgan holda yangi texnologiyalarni yaratishga yordam beradi. Yarimo'tkazgichli materiallar va mikroprotessorlar ishlab chiqarishda elektronlarning to'lqin tabiati o'zini ko'rsatadi. Elektronlar va boshqa zarralar yarimo'tkazgichli tizimlarda kvant xususiyatlaridan foydalangan holda ishlaydi, bu esa yanada samarali va kuchli elektron qurilmalarini yaratishga olib keladi. Atomlar va molekulalar orasidagi o'zaro ta'sirlar, ularning to'lqin tabiati yordamida yaxshiroq tushuniladi. Bu kvant kimyo va spektroskopiya sohalarida yangi kashfiyotlar va ilmiy ishlanmalarni amalga oshirishga yordam beradi. Kvant hisoblashda elektronlar va fotonlar kabi mikroskopik zarralar yordamida hisoblashlarni amalga oshirish rejaları de Broyl to'lqinlariga asoslanadi. Kvant kompyuterlarining ishlash prinsipi zarralarning to'lqin xususiyatlarini va superpozitsiyasini hisobga oladi.



De Broyl to'liqlari uzunligi

Zarracha, jism	m, kg	v, m/soniya	m	Boshqa birlikda
100ev energiyaga ega elektron	$9.11 \cdot 10^{-31}$	$5.94 \cdot 10^6$	$1.23 \cdot 10^{-10}$	0.123 nanometr
1000ev energiyaga ega elektron	$9.11 \cdot 10^{-31}$	$18.75 \cdot 10^6$	$3.88 \cdot 10^{-11}$	=0.039 nanometr

Neytron (issiqlik neytron)	$1.67 \cdot 10^{-27}$	$2.2 \cdot 10^3$	$1.8 \cdot 10^{10}$	0.18 nanometr
Proton	$1.67 \cdot 10^{-27}$	$13.86 \cdot 10^4$	$2.86 \cdot 10^{-12}$	2.86 nanometr
Radiy yadrosidan uchib chiqayotgan alfa-zarra	$6.6 \cdot 10^{-27}$	$1.5 \cdot 10^7$	$6.6 \cdot 10^{-15}$	6.6 nanometr
Zarracha	10^{-15}	0.01	$6.6 \cdot 10^{-17}$	66.0 nanometr
O'q	$9 \cdot 10^{-3}$	860	$8.5 \cdot 10^{-35}$	
Tennis to'pi	$58 \cdot 10^{-3}$	25	$4.6 \cdot 10^{-34}$	

ADABIYOTLAR

1. Michael A. Nielsen va Isaac L. Chuangning "Quantum Computation and Quantum Information"
2. Nicholas J. Giordano and Hisao Nakanishi "Computational Physics"
3. Kenneth S. Krane "Modern Physics"
4. David J. Griffiths "Introduction to Quantum Mechanics"
5. Herbert S. Green "Information Theory and Quantum Physics"
6. Li, Shuguang, et al. "Heat and mass transfer characteristics of Al₂O₃/H₂O and (Al₂O₃+ Ag)/H₂O nanofluids adjacent to a solid sphere: A theoretical study." Numerical Heat Transfer, Part A: Applications (2024): 1-19.
7. Nafasova, Gulnoza, and B. S. Abdullayeva. "Development of logical competence of future physics teachers based on steam and smart educational technologies." Евразийский журнал академических исследований 3.1 Part 2 (2023): 138-140.
8. Nafasova, Gulnoza, and EZoza Pardaveva. "BO'LAJAK FIZIKA O'QITUVCHILARINING MANTIQIY KOMPETENTLILIGINI

- RIVOJLANTIRISHDA SAMARALI FIZIKA O'QITISH METODLARI." Евразийский журнал математической теории и компьютерных наук 3.4 (2023): 50-53.
9. NAFASOVA, Gulnoza. "PRAKSEOLOGIK YONDOSHISH KONTEKSTINDA BO 'LAJAK FIZIKA O 'QITUVCHILARINING MANTIQUIY KOMPETENTLILIGI SHAKLLANISH TEXNOLOGIYALARI." News of UzMU journal 1.1.2 (2024): 163-166.
10. Baxtiyorovna, Gulnoza Nafasova. "BO 'LAJAK FIZIKA O 'QITUVCHILARIDA MANTIQUIY KOMPETENTLILIGINI RIVOJLANTIRISHNING DIDAKTIK IMKONIYATLARI." QO 'QON UNIVERSITETI XABARNOMASI 5 (2022): 96-97.
11. Nafasova, Gulnoza, and B. Abdullayeva. "FORMING THE SCIENTIFIC AND LOGICAL OUTLOOK OF FUTURE PHYSICS TEACHERS." Farg'ona davlat universiteti 1 (2023): 147-147.
12. ГБ Нафасова - International Journal of Formal Education, 2024 РАЗВИТИЕ ЛОГИЧЕСКОЙ КОМПЕТЕНТНОСТИ БУДУЩИХ УЧИТЕЛЕЙ ФИЗИКИ В ПРОЦЕССЕ РАБОТЫ С ИНФОРМАЦИЕЙ