

TA'LIM SIFATINI OSHIRISHDA MUSTAQIL TA'LIMNING AHAMIYATI

<https://doi.org/10.5281/zenodo.15132304>

M.Raxmatov

Samarqand Zarmed Universiteti dotsenti

Sh.Mavlankulov

Axborot tizimlari va texnologiyalari yo'nalishi I bosqich talabasi

Annotatsiya

Ushbu maqolada ta'lim sifatini oshirishda mustaqil ta'limning ahamiyati fizika fanidagi "Modda zarralarning korpuskulyar - to'lqin dualizmi" mavzusi misolida ko'rsatib berilgan.

Kalit so'zlar

Modda zarrachalari, Korpuskulyar - to'lqin nazariyasi, mustaqil ta'lim, ta'lim sifati, De - Broyl to'lqin uzunligi, Geyzenberg noaniqlik munosabati, to'lqin funksiyasi

Ma'lumki, hamma vaqt ta'lim sifatini oshirish davlat ahamiyatiga ega bo'lgan masalalardan biri bo'lib kelgan. Oxirgi yillarda mamlakatimizda ta'lim sifatini oshirish bo'yicha ma'lum bir ishlab chiqilayotgan qonun, qarorlar, farmoishlar va boshqa hujjatlar va ularning amalda qo'llanilishi bejiz emas. Misol sifatida quyidagilarni olishimiz mumkin: 2020 - yil sentabr oyida 20 ta rivojlangan mamlakatlar ta'lim to'g'risidagi qonunchiligi asosida yaratilgan 75 ta moddadan iborat bo'lgan yangi tahrirdagi "Ta'lim to'g'risida"gi qonunni, 2020 - yil 6 - noyabrda O'zbekiston Respublikasi Prezidentining "O'zbekistonning yangi taraqqiyot davrida ta'lim - tarbiya va ilm - fan sohalarini rivojlantirish chora - tadbirlari to'g'risida"gi PF - 6108 sonli farmoni 2020 - yil 6 - noyabrdagi "Ta'lim tarbiya tizimini yanada takomillashtirishga oid qo'shma chora - tadbirlar to'g'risida"gi PQ - 4884 sonli qarorini va boshqa shunga o'xshash hujjatlarni.

Ta'lim sifatini oshirishni juda ko'p yo'llari mavjud bo'lib shulardan biri mustaqil ta'lim hisoblanadi. Shuning uchun mustaqil ta'limni yaxshi tashkillashtirish va uni sifatini oshirish katta ahamiyatga ega chunki, mustaqil ta'lim talabalarni yangi mavzularni o'zlashtirish uchun katta yordam beradi.

Ushbu maqolada biz mustaqil ta'limning ahamiyatini fizika fanida o'tiladigan "Modda zarrachalarning korpuskulyar - to'lqin dualizmi" mavzusi misolida ko'rib chiqamiz.

Biz avval mustaqil ta'limni ma'qulligiga to'xtalib o'tish maqsadga muvofiq deb o'laymiz.

Ma'lumki, talaba mustaqil ravishda shug'ullanganda va o'z ustida ishlagandagina bilimni chuqur o'zlashtirishi mumkin. Mustaqil ta'lim jarayonidagina talabalarining asosiy bilim ko'nikma va malakalari shakllanadi, ijodiy ishga qiziqishi paydo bo'ladi, mustaqil faoliyat ko'rsatish qobiliyati rivojlanadi. Shu sababli talabalarining mustaqil o'qutuvchilarining bevosita ishtirokisiz ta'lim olishlarini rejalashtirish, tashkil qilish va amalga oshirish, buning uchun barcha zaruriy imkoniyatlarni yaratish zarur bo'ladi.

Mustaqil ta'limning quyidagi shakllari mavjud:

- Ma'ruza materiallari, konspekt va o'quv darsliklarini o'rganish;
- Mavzuga doir adabiyot va elektron axborot manbalarini izlash, ko'zdan kechirish va o'rganish;
- Amaliy mashg'ulotlarda beriladigan uyga vazifalarni bajarish;
- Mustaqil ta'lim uchun ajratilgan materiallarni o'rganish;
- Amaliy mashg'ulotlarda tayyorgarlik;
- Nazorat ishi va kollokviumga tayyorgarlik;
- Attestatsiya va imtihonlarga tayyorgarlik va boshqalar;

Qo'shimcha mustaqil ta'lim talabaning mavzusiga doir bilim va ko'nikmalarni mustahkamlashga chuqurlashtirishga olgan bilimlarini taxlil qilishga qaratiladi.

Endi moddalar zarrachalarning korpuskulyar to'liq dualizmi mavzusini o'rganishga materiallarni quyidagi tartibda o'rganishni maqsadga muvofiq deb hisoblaymiz.

Fransuz olimi Lui De - Broyl 1923 - yilda yorug'likning ikkiyoqlama tabiatini hisobga olib, korpuskulyar - to'liq dualizmining universalligi gipotezasini ilgari surdi.

De - Broyl korpuskulyar xususiyati bilan bir qatorda to'liq xususiyatiga faqat fotonlar emas, balki elektronlar va istalgan boshqa zarrachalar ham ega ekanligini ta'kidladi. Bu gipotezaga asosan, mikrozarrachalarga, bir tarafdin energiya va impuls - korpuskulyar xususiyat biriktirilishi bilan, ikkinchi tarafdin ν chastota va λ to'liq uzunligi - to'liq xususiyati ham biriktiriladi.

Fotonlar uchun korpuskulyar va to'liq xususiyatlari quyidagi miqdoriy bog'lanishga egadirlar:

$$E = h\nu, \quad p = \frac{h}{\lambda} \quad (1)$$

Bu ifoda, faqat tinch holatda massaga ega bo'lmagan foton uchun emas, balki tinch holatda massaga ega bo'lgan boshqa zarrachalar uchun ham o'rinlidir.

Shunday qilib impuls ga ega bo'gan istalgan zarrachalar

$$\lambda = \frac{h}{p} \quad (2)$$

de Broyl tenglamasi bilan aniqlanadigan to'liq uzunlikdagi to'liq jarayoni bilan taqqoslanadi. Bu nisbat p impulsiga ega bo'lgan istalgan zarracha uchun o'rinlidir. De Broyl gipotezasi tez orada tajribada o'z tasdig'ini topdi.

1927 yilda Devison va Jermerlar tabiiy difraksiyaviy panjara - nikel kristall panjarasidan elektronlar dastasi sochilganda aniq difraksiyaviy manzarani kuzatdilar, ya'ni elektronlar to'liq xususiyatiga ega ekanligini isbotladilar. Difraksiya maksimumlari Vulf-Breg ifodasiga

$$\lambda = \frac{2d}{m} \sin \theta, \quad m = 0, 1, 2, \dots \quad (3)$$

mos kelib, Breg to'liq uzunligi de Broyl ifodasidagi $\lambda = \frac{h}{p}$ to'liq uzunligiga juda katta aniqlikda teng keldi.

Keyinchalik tezlatilgan elektronlar dastasi (energiyasi $\approx 50 \text{ keV}$) qalinligi $\sim 1 \text{ mk}$ bo'lgan metall qog'ozdan o'tganda ham difraksiyaviy manzara kuzatildi.

Bu tajribalar elektronlar oqimi yordamida o'tkazilgani uchun, to'liq xususiyati faqat elektronlar oqimiga taalluqlimi? yoki yakka elektronlarga ham tegishlimi? degan savollar tug'ildi.

1948 yilda Fabrikant juda kuchsiz elektronlar dastasi bilan tajriba o'tkazganda, ya'ni kuzatuvchi asbobdan har bir elektron alohida o'tganda ham, difraksiyaviy manzarani kuzatdi. Demak, to'liq xususiyati faqat zarrachalar to'plamiga emas, balki yakka zarrachalar uchun taalluqli ekan.

Keyinchalik, difraksiyaviy xodisalar neytronlar, protonlar, atom va molekulalar dastalari uchun ham kuzatildi.

Zarrachalarning to'liq xususiyatini tajribada tasdiqlanishi, uni moddaning umumiy xususiyatidir degan fikrga olib keldi. U holda to'liq xususiyati makroskopik jismlar uchun ham o'rinlimi?, Nima uchun tajribada kuzatilmaydi? degan savollar tug'ildi.

Misol uchun massasi 10^{-3} kg bo'lgan zarracha 1 m/s tezlik bilan harakatlanayotgan bo'lsa, (3) - ifodaga asosan, de Broyl to'liq uzunligi $l = 6,66 \cdot 10^{-32} \text{ m}$ bo'lish kerak. Bunday to'liq uzunlikka ega bo'lgan to'liqlar difraksiya xodisasini kuzatish uchun, doimiyli $d \equiv 10^{-31} \text{ m}$ bo'lgan kristall panjara bo'lishi kerak. Shunday kristall panjara tabiatda bo'lmagani uchun, bunday makroskopik zarracha difraksiyasini kuzatib bo'lmaydi. Shu sababli, makroskopik jismlar faqat korpuskulyar xususiyatini namoyon etadilar.

Modda zarrachalarining ikkiyoqlama korpuskulyar - to'liq tabiatini tasavvur etish, zarracha energiyasi va chastotasining o'zaro bog'liqligi

$$\varepsilon = h\nu \quad (4)$$

bilan yanada mustahkamlanadi.

De - Broyl to'linining fizik ma'nosi

Ma'lum u tezlik bilan erkin harakatlanayotgan, m massali zarrachani qaraylik. Uning uchun De - Broyl to'linining fazaviy va guruhli tezliklarini hisoblab ko'ramiz. Fazaviy tezligi quyidagiga tengdir:

$$U_{faz} = \frac{\omega}{k} = \frac{\hbar\omega}{\hbar k} = \frac{E}{p} = \frac{mc^2}{mU} = \frac{c^2}{U}, \quad (2.1)$$

Bu yerda $E = \hbar\omega$, $p = \hbar k$ va $k = \frac{2\pi}{\lambda}$ - to'lin soni. $c > U$ bo'lgani uchun De - Broyl to'linining fazaviy tezligi, yorug'likning vakuumdagi tezligidan kattadir.

Fazaviy tezlikning yorug'lik tezligidan katta yoki kichik bo'lishi to'linning guruhli tezligiga bog'liq bo'ladi.

Guruhli tezlikni quyidagicha ifodalash mumkin.

$$U = \frac{d\omega}{dk} = \frac{d(\hbar\omega)}{d(\hbar k)} = \frac{dE}{dp}$$

Erkin zarracha energiyasi

$$E = \sqrt{m_0^2 c^4 + p^2 c^2}, \quad (2.2)$$

ga teng bo'lgani uchun

$$\frac{dE}{dp} = \frac{Pc^2}{\sqrt{m_0^2 c^4 + p^2 c^2}} = \frac{Pc^2}{E} = \frac{mUc^2}{mc^2} = U$$

Demak, De - Broyl to'linining guruhli tezligi zarrachaning tezligiga teng ekan. Fotonning guruhli tezligi

$$U = \frac{Pc^2}{E} = \frac{mcc^2}{mc^2} = c$$

o'sha fotonning tezligiga tengdir.

De - Broyl to'lini dispersiya xodisasiga bo'ysunadi, ya'ni to'lin tezligi to'lin uzunligiga bog'liq bo'ladi.

To'linning fazaviy tezligini erkin zarrachaning energiyasi orqali ifodalasak

$$U_{faz} = \frac{E}{p} = \frac{\sqrt{m_0^2 c^4 + p^2 c^2}}{p}$$

$p = \hbar k = \frac{2\pi\hbar}{\lambda}$ bo'lgani uchun, fazaviy tezlik to'lin uzunligiga bog'liq bo'ladi.

Geyzenberg noaniqliqlarining o'zaro nisbati

Modda zarrachalarining ikkiyoqlamalik korpuskulyar - to'lin tabiatiga asosan, ularga zarrachaning yoki to'linning barcha xususiyatlarini belgilash mumkin emas. Shu sababli, mikrozarrachalar xususiyatlarini o'rganishda klassik mexanika tushunchalariga ayrim cheklashlar kiritish zarur bo'ladi.

Masalan, klassik mexanikada istalgan zarracha aniq trayektoriya bo'ylab harakatlanadi va istalgan vaqtda zarrachaning koordinata va impulsini katta aniqlikda belgilash yoki aniqlash mumkin.

To'lqin xususiyatiga ega bo'lgan mikrozarachalar klassik zarrachalardan butunlay farqlanadilar. To'lqin xususiyatiga ega bo'lgan mikrozarachaning bir aniq trayektoriya bo'yicha harakatlanishida, uning aniq koordinatasi va impulsi to'g'risida so'z yuritish mumkin emas.

To'lqin xususiyatli zarracha impulsi to'lqin uzunligiga bog'liq bo'lsa ham, «berilgan nuqtadagi to'lqin uzunligi» degan tushuncha fizik ma'noga ega emas, shuning uchun aniq impulsiga ega bo'lgan mikrozaracha koordinatasi noaniqdir va uning teskarisidir.

Geyzenberg mikrozaracha to'lqin xususiyatini va unga bog'liq cheklashlarni hisobga olib, mikrozarachaning koordinatasi va impulsini bir vaqtda aniq ifodalash mumkin emas degan fikrga keldi.

Mikrozarachalar koordinatalari va impulsarlari noaniqliklarining o'zaro nisbatlari quyidagi shartlarni qanoatlantiradilar:

$$\begin{cases} \Delta x \Delta p_x \geq h, \\ \Delta y \Delta p_y \geq h, \\ \Delta z \Delta p_z \geq h. \end{cases} \quad (3.1)$$

Mikrozaracha koordinatalari va ularga mos impulslarining proyeksiyalari noaniqliklari ko'paytmalari h dan kichik bo'lmaydi.

(2) – ifodaga asosan, zarracha koordinatasi aniq bo'lsa ($\Delta x = 0$), bu holda impulsning $0x$ o'qiga proyeksiyasi qiymati $\Delta p_x \rightarrow \infty$ butunlay noaniq bo'ladi.

Noaniqlik munosabati, bir vaqtda, zarracha harakatining klassik xususiyati (koordinatalari, impulsi) va to'lqin xususiyatlaridan foydalanilgan holda keltirib chiqarilgan.

Klassik mexanikada zarracha koordinatalari va impulsini hoxlagan aniqlikda o'lchash mumkin bo'lsa, **noaniqlik munosabati** mikrozarachalarga klassik mexanikani qo'llashning **kvant cheklanishini ko'rsatadi**.

Noaniqlik munosabatini quyidagi ko'rinishda ifodalaymiz:

$$\Delta x \Delta U_x \geq \frac{h}{m} \quad (3.2)$$

Bu ifodadan, zarracha massasi qancha katta bo'lsa, uning tezligi va koordinatalari noaniqligi shuncha kichik bo'ladi. Bu zarrachaga katta aniqlikda trayektoriya tushunchasini qo'llash mumkin bo'ladi.

Masalan, massasi 10^{-12} kg va chiziqli o'lchamlari 10^{-6} m bo'lgan changcha koordinatasi, uning o'lchamiga nisbatan 0,01 aniqlikda o'lchami ($\Delta x = 10^{-8}$ m) (3.2) – ifodaga asosan, tezlik noaniqligi

$$\Delta U_x = 6,62 \cdot 10^{-34} / 10^{-8} \cdot 10^{-12} \text{ m/c} \approx 6,62 \cdot 10^{-4} \text{ m/c}$$

qiymati zarrachaning barcha mumkin bo'lgan tezliklari qiymatiga ta'sir etmaydi. Bunday makroskopik jismlarning to'lqin xususiyati umuman namoyon bo'lmaydi va noaniqlikka ta'sir etmaydi.

Agarda, elektronlar dastasi x o'qi bo'ylab $U = 10^8$ m/c tezlik bilan harakatlenganda uning aniqligi 0,01 % ($\Delta U_x \approx 10^4$) bo'lsa, bu holda koordinata noaniqligi

$$\Delta x = \frac{h}{m \Delta U_x} = \frac{6,62 \cdot 10^{-34}}{9,11 \cdot 10^{-34} \cdot 10^4} = 7,27 \cdot 10^{-6} \text{ m}$$

ga teng bo'ladi, ya'ni elektronning holatini yetarlicha aniqlikda o'lchash imkoniyati paydo bo'ladi va elektronning trayektoriyasi to'g'risida so'z yuritish mumkin.

Vodorod atomi atrofida elektron harakatlenganda, uning koordinatalari noaniqligi ($\Delta x = 10^{-8}$ m) bo'lsin. U holda, tezligining noaniqligi $\Delta U_x = 7,27 \cdot 10^6$ m/c bo'ladi. Bu hol uchun klassik mexanikadan foydalansak, elektron aylana orbitasi radiusi $\sim 0,5 \cdot 10^{-10}$ bo'lgan yadro atrofida harakatlenganda, uning tezligi noaniqligi $U \approx 2,3 \cdot 10^6$ m/c bo'ladi. Demak tezlik noaniqligi, tezlikning o'zini qiymatidan bir necha marta katta bo'lar ekan. Shu sababli, atomdagi

elektronlarning harakatini ifodalashda klassik mexanika qonunlaridan foydalanib bo'lmaydi.

Kvant nazariyasida zarrachalarning energiyasi va vaqt bo'yicha noaniqlik munosabati mavjud

$$\Delta E \cdot \Delta t > h \quad (3.3)$$

ΔE – harakat energiyasining o'lchash vaqtidagi noaniqligi, Δt – esa, o'lchash jarayoni davomiyligining noaniqligi. Energiya noaniqligi

$$\Delta E = \frac{h}{\Delta t}$$

tizimning o'rtacha yashash vaqti kamayishi bilan oshib boradi.

To'lqin funksiyasi va uning statistik ma'nosi

Mikrozarrachalarning qattiq jismlardagi harakatini o'rganishda, noaniqliklar munosabati tufayli, klassik mexanikani qo'llashdagi chegaralashlar, XX asrda, mikrozarrachalarning to'lqin xususiyatini inobatga olib, ularning harakati va o'zaro ta'sirlashishi qonunlarini ifoda qilish uchun kvant mexanikasi yaratildi. Kvant mexanikasi, asosan Plank gipotezasi, Shredinger, Geyzenberg, Dirak va Eynshteynlarning ilmiy ishlariga asoslangandir.

De - Broyl to'liqining fizikaviy tabiatini chuqurroq tasavvur etish uchun, yorug'lik to'liqlari va mikrozarachalar uchun kuzatiladigan difraksiya manzaralarini taqqoslab ko'ramiz.

Yorug'lik to'liqlari difraksiyasi manzarasida, fazoning xar xil nuqtalarida, to'liqlar bir-birini ustiga tushishi sababli, natijaviy tebranish amplitudalari goh kuchayishi, goh susayishi mumkin. Yorug'lik tabiatiga ko'ra, difraksiyaviy manzara jadalligi yorug'lik to'liqini amplitudasining kvadratiga proporsionaldir $I \sim A^2$. Foton nazariyasiga asosan, jadallik difraksiyaviy manzara kuzatiladigan nuqtaga tushayotgan fotonlar soni bilan aniqlanadi (Nh).

Bitta foton uchun amplituda kvadrati, bu yoki boshqa nuqtaga fotonning tushish ehtimolligini belgilaydi.

Mikrozarrachalar uchun kuzatiladigan difraksiyaviy manzara, xar xil yo'nalishlarda sochilgan va qaytgan mikrozarachalar oqimining notekis taqsimlanishi bilan xarakterlanadi. Difraksiyaviy manzara maksimumlari, to'liqin nazariyasiga asosan, de Broyl to'liqlar jadalligi katta bo'lgan yo'nalishlarga mos keladi. Boshqa tarafdin, De Broyl to'liqlari jadalligi, zarachalar soni ko'p bo'lgan joyda katta bo'ladi, ya'ni de Broyl to'liqini jadalligi fazoning berilgan nuqtasiga tushayotgan fotonlar sonini belgilaydi. Shu sababli, mikrozarachalarda kuzatiladigan difraksiyaviy manzara statistik (ehtimollik) qonuniyatdan iborat bo'ladi.

Demak, kvant nazariyasining eng muhim xususiyatlaridan biri mikrozarachaning holatini ta'riflashda ehtimollik nazariyasidan foydalanish zaruriyatidir.

1926 yilda M.Born to'liqin qonuniyati bilan, mikrozarachaning fazoda bo'lish ehtimolligi emas, balki ehtimollik amplitudasi - $\Psi(x, y, z, t)$ o'zgaradi deb taklif etdi.

$\Psi(x, y, z, t)$ kattalik - **Ψ funksiya** yoki **to'liqin funksiyasi** deb ataladi. Ehtimollik amplitudasi mavhum bo'lishi mumkinligi uchun, W - ehtimollik to'liqin funksiyasi modulining kvadratiga proporsionaldir:

$$W \sim |\Psi(x, y, z)|^2 \quad (4.1)$$

Bu yerda, $|\Psi|^2 = \Psi \cdot \Psi^*$, $\Psi^* - \Psi$ funksiyaga mos mavhum funksiyadir.

Demak, mikrozaracha holatini to'liqin funksiyasi orqali ta'riflash, statistik yoki ehtimollik tusga egadir. To'liqin funksiyasi modulining kvadrati t vaqtda, koordinatalari x va $x + dx$, u va $u + du$, z va $z + dz$ bo'lgan sohada zarachaning bo'lish ehtimolligini belgilaydi.

Kvant mexanikasida, mikrozarachalar holatini ta'riflovchi to'liqin funksiya zarachalarning korpuskulyar va to'liqin xususiyatlarini o'zida aks ettiruvchi funksiyadir.

dV hajm elementida zarrachani topish ehtimolligi

$$dW = |\Psi|^2 dV \quad (4.2)$$

ga teng. Bu yerda $|\Psi|^2 = \frac{dw}{dV}$ **ehtimollik zichligini** belgilaydi.

Shunday qilib Ψ - to'liq funksiyasi emas, balki de Broyl to'liqining jadalligini ko'rsatuvchi, uning modulini kvadrati $|\Psi|^2$ fizik ma'noga egadir.

Chegaralangan hajmda - V , t vaqt momentida zarrachani topish ehtimolligi

$$W = \int_V dw = \int_V |\Psi|^2 dV$$

ga teng. Bu funksiya qiymati 1 ga teng bo'lganda zarrachaning bu hajmda bo'lish ehtimolligi eng katta qiymatga ega bo'ladi, va

$$\int_{-\infty}^{+\infty} |\Psi|^2 dV = 1 \quad (4.3)$$

ehtimollikni tartibga solish yoki normallashtirish sharti deb ataladi. Bu shart zarrachaning fazo va vaqt bo'yicha (borligini) mavjudligini belgilaydi.

To'liq funksiyasi superpozitsiya prinsipini qanoatlantiradi. Agarda, tizim $\Psi_1, \Psi_2, \dots, \Psi_n$ to'liq funksiyalari bilan ifodalanadigan har xil holatlarda bo'lsa, uning umumiy holatini quyidagicha ta'riflash mumkin. $\Psi = \sum_n c_n \Psi_n$

bu yerda $c_n (n = 1, 2, \dots)$ - ixtiyoriy kompleks sonlardan iborat bo'ladi. Demak, kvant mexanikasida to'liq funksiyalarini (ehtimollik amplitudalarini) qo'shish mumkin. Klassik statistikada bir-biriga bog'liq bo'lmagan hodisalar uchun ehtimolliklarni qo'shish teoremasi qo'llaniladi.

Mikrozarrachalar holatining asosiy xarakteristikasi bo'lgan Ψ to'liq funksiyasi, kvant mexanikasida holatlarga tegishli fizikaviy kattaliklarning o'rtacha qiymatini hisoblash imkoniyatini beradi.

Masalan, elektronning yadrodan qanday o'rtacha masofada $\langle r \rangle$ bo'lishini quyidagi ifoda orqali hisoblash mumkin:

$$\langle r \rangle = \int_{-\infty}^{+\infty} r |\Psi|^2 dV$$

Demak, har bir mavzuni mustaqil ravishda biz yuqorida keltirilgan uslubiyat bo'yicha talabalar o'rgansa, ta'lim sifati albatta oshar ekan.

Shunday qilib, shuni alohida ta'kidlash kerakki, mustaqil ta'lim yaxshi yo'lga qo'yilsa mustaqil ta'lim metodikasidan to'g'ri foydalanishsa talabalarning bilimlari chuqurlashar va kengayar, ijodiy faoliyatga qiziqishi shakllanar, ta'lim olish usullarini o'rganar, tushunish va fikrlash qobiliyatlari rivojlanar, nazariy tayyorgarligi kuchayar va kengayar, maxsus adabiyotlar, me'yoriy hujjatlar, ilmiy tadqiqot manbalaridan foydalanish ko'nikmalari rivojlanar, yangi bilimlarni egallashga bo'lgan intilish, ijodiy tashabbuskorlik, mustaqillik, tashkilotchilik ko'nikmalari rivojlanar, mustaqil fikrlash, o'z shaxsiy rivojlanishi ustida ishlash, o'z

imkoniyatlarini namoyon eta olish va amalga oshira olish ko'nikmalari rivojlanar ekan.

Qaytarish uchun nazorat savollari

1. L.De - Broyl nazariyasi.
2. L.De - Broyl to'liqin uzunligi va modda zarrachalarining korpuskulyar - to'liqin dualizim tushuntiring.
3. Devison-Jermer tajribalarini tushuntirib bering.
4. Geyzenberg noaniqliklar munosabati nimani tushuntiradi?
5. To'liqin funksiyasi nima?
6. Ma'nosini tushuntiring.
7. Mikrozarxachalarning xolati kvant mexanikasida qanday tenglama bilan aniqlanadi.
8. To'liqin funksiyasiga qo'yiladigan shartlarni birma-bir aytib bering?

FOYDALANILGAN ADABIYOTLAR:

1. O'zbekiston Respublikasini "Ta'lim to'g'risidagi qonuni" Toshkent shahri 2020 - yil 23 - sentyabr. O'zRQ (O'RQ) 637.
2. O'zbekiston Respublikasi Prezidentining "O'zbekistonning yangi taraqqiyot davrida ta'lim - tarbiya va ilm - fan sohalarini rivojlantirishning chora - tadbirlari to'g'risida" gi PF - 6108 - sonli farmoni. Toshkent 6 - noyabr 2020 - yil.
3. O'zbekiston Respublikasi Prezidentining "Ta'lim tarbiya tizimini yanada takomillashtirish to'g'risidagi" PQ - 4884 - sonli qarori. Toshkent 6 - noyabr 2020 - yil.
4. "Oliy ta'lim muassasalari talabalari mustaqil ta'limini tashkil etish bo'yicha namunaviy tartib." Oliy ta'lim, fan va innovatsiyalar vazirligining 2024 - yil, 24 - apreldagi 136 - sonli buyrug'i bilan tasdiqlangan.
5. K. P. Abduraxmonov, V. S. Xamidov, N. A. Axmedova "FIZIKA" darsligi. Toshkent 2018 - yil.
6. I. I. Savelyev. Kurs obshey fiziki. Tom 1, 2, 3. Moskva 2018