

NANOSTRUKTURALI YARIM O'TKAZGICHLAR FIZIKASINING AYRIM MUAMMOLARI

M.R. Jumayev

BuxDU fizika kafedrası dotsenti

B.B.Mamatov

BuxDU magistranti

N.A. Muhammadiyev

BuxDU magistranti

Annotasiya: *Maqolada nanostrukturali yarim o'tkazgich tuzilmada kuzatiluvchi o'lchamli kvantlashuv hodisasining sodir bo'lish shartlari tahlil etilgan.*

Kalit so'zlar: *nanoo'lchamli geterostrukturalar, ikki o'lchovli, bir o'lchovli va nol o'lchovli tizimlar.*

1. So'nggi yillarda nanostrukturali yarim o'rkazgichlarda sodir bo'luvchi kvant - o'lchamli hodisalar, jumladan, ulardagi tok tashuvchilar statistikasi va holatlar zichligi, optikaviy hamda kinetik jarayonlarni tadqiq etish kondensirlangan holatlar fizikasining muhim istiqbolli yo'nalishlaridan biriga aylanadi. Bu, tabiiyki, zamonaviy nanoelektronika kun tartibiga qo'ygan va uning rivojlanishini belgilab beruvchi qator ilmiy muammolarning quyilishi bilan bevosita bog'liqdir. Bunga sabab qattiq jismlar fizikasining hozirgi taraqqiyoti kristall strukturali yarim o'tkazgichlar, metallar yoki magnetiklar bilan emas-kvant-o'lchamli o'ta yupqa ko'p qatlamli geterostrukturalar, kristallitlarning yaratilishi bilan belgilaniladi.

Kvant mexanikasidan yaxshi ma'lumki, kvant-o'lchamli strukturalar ya'ni o'lchami de Broyl to'lqin uzunligi tartibida bo'lgan tizimlarda energiyaning kvantlashuvi ro'y beradi va u diskret qiymatlarini qabul qiladi. Natijada zarralarning energetik spektri tubdan o'zgaradi. Bu esa ularda odatdagi monokristall strukturalarda kuzatilmaydigan unikal noyob xossalarni paydo qiladi.

2. Kvant o'lchamli yarim o'tkazgich strukturalarga quyidagi tuzilmalarni kiritish mumkin: ikki o'lchovli epitaksial qatlamlar, metal-dielektrik-yarim o'tkazgich (MDYaO') strukturalar, geterostrukturalar; bir o'lchovli-kvant "iplar"; nol o'lchovli – kvant nuqtalar yoki kristallitlar.

Kvant o'lchamli strukturalarda o'lchamli kvantlanish namoyon bo'lishi uchun, yuqorida takidlaganidek, u zarraning harakatiga mos keluvchi de Broil to'lqin uzunligi tartibida bo'lishi lozim. Boshqa tomondan esa diskret energetik sathlar farqi zarralarning issiqlik harakati energiyasidan katta bo'lishi lozim:

$$\Delta E(n + 1, n) = E_{n-1} - E_n \gg kT \quad (1).$$

Bu yerda: k- Bolsman doimiysi, T-qaralayotgan tizimdagi absolyut harorat, shuningdek tok tashuvchi zarralarning bir-birida sochilishi oqibatida yuzaga keluvchi energiya sathlarining kengayishi yuqoridagi energetik farqdan katta bo'lmasligi kerak, ya'ni Geyzenbergning noaniqlik munosabatlariga muvofiq:

$$\frac{\hbar}{\tau} \ll \Delta E(n+1, n) \quad (2).$$

Bu yerda: $(n+1, n)$ ikki diskret sath orsidagi energiya farqi, τ – zarrachaning o'rtacha erkin yugurish vaqti anglatadi va quyidagicha topiladi:

$$\tau = \frac{m^* \mu}{l} \quad (3).$$

Bu yerda; m^* zarralarning effektiv massasi, μ tok tashuvchining harakatchanligi, tok tashuvchining zaryadi.

Xulosa

Agar zarracha harakat qila oladigan sohaning o'lchami a ga teng bo'lsa, Geyzenbergning boshqa noanialik munosobatiga ko'ra:

$$p \cdot a \approx \hbar \quad (4)$$

Demak, zarrachaning tezligi $v = \frac{p}{m^*} \equiv \frac{\hbar}{m^* a}$ (5) hamda uning o'rtacha erkin yugurish vaqtini $\tau = \frac{l}{v} = \frac{l \cdot m^* a}{\hbar}$ (6) ko'rinishida yozish mumkin.

U holda (3) – (6) ifodalarni inobatga olgan holda quyidagi muhim tengsizlikni hosil qilamiz: $\frac{\hbar^2}{L m^* a} \ll \frac{\hbar^2}{m^* a^2}$, (7) yoki zarrachaning o'rtacha erkin yugurish yo'li L – kvant o'lchamli struktura o'lchamli a dan juda ham katta bo'lishi lozim ya'ni: $a \ll L$ (8).

Shunday qilib, nanoo'lchamli yarimo'tkazgich strukturalarda o'lchamli kvantlashuv sodir bo'lishi uchun: mumkin qadar quyi harorat, tok tashuvchilarning katta harakatchanligi va eng muhimi juda kichik o'lchamli tizimlar ishlab chiqish lozim.

FOYDALANILGAN ADABIYOTLAR:

1. Шик А.Я., Бакуева Л.Г., Мусихин С.Ф., Рыков С.А. Физика низко - размерных систем / Под ред. А.Я. Шика. – СПб.: Наука, 2001. 160 с.
2. Воронов В.К., Подоплелов А.В. Современная физика: Учебное пособие, - М.: КомКнига, 2005. 512 с.
3. Воробьев Л.Е., Ивченко Е.Л., Фирсов Д.А., Шалыгин В.А. Оптические свойства наноструктур: Учеб. Пособие / Под ред. Е.Л. Ивченко и Л.Е. Воробьева. СПб.: Наука, 2001. 188 с.
4. Новости нанотехнологий. Журнал НМСТ. 2005. №2.