

## **QATTIQ JISMLARDA KIRISHMA ATOMLAR DIFFUZIYASI**

**Muminov Islomjon Arabboyevich**

Farg'ona davlat universiteti,  
Fizika-matematika fanlari bo'yicha falsafa doktori (PhD);  
**ima220790@mail.com**

### **ANNOTATSIYA**

*Diffuziya qilingan atomlarning qattiq jismlarga tarqalishi keng qo'llanilishi bilan muhim tadqiqot sohalaridan biri hisoblanadi. Ushbu jarayonning asosiy mexanizmlarini tushunish va uni boshqarishning yangi usullarini ishlab chiqish noyob xususiyatlarga ega bo'lgan yangi materiallarni ishlab chiqishga olib kelishi mumkin. Ushbu maqolada shular haqida qisqacha bayon keltirilgan.*

**Kalit so'zlar:** *diffuziya koeffitsiyenti, atom tebranishi, taqiqlangan zona, eruvchanlik.*

### **ABSTRACT**

*Diffuse atom scattering in solids is one of the important research fields with wide applications. Understanding the basic mechanisms of this process and developing new ways to control it can lead to the development of new materials with unique properties. This article gives a brief description of them.*

**Keywords:** *diffusion coefficient, atomic vibration, forbidden zone, solubility.*

### **KIRISH**

Atom diffuziyasi – atomlarning yuqori konsentratsiyali tarmoqlaridan past konsentratsiyali zonasiga o'tishda zarra harakatini o'rganishga imkon yaratadi. Bu jarayon qattiq moddalar, suyuqliklar yoki gazlar orqali diffuziya kabi turli mexanizmlar orqali sodir bo'lishi mumkin va harorat, bosim va konsentratsiya gradientlari kabi omillar ta'sir qilishi mumkin. Atom diffuziyasi fan va texnikaning ko'plab sohalarida, jumladan materialshunoslik, metallurgiya va yarimo'tkazgichlar texnologiyasi sohalarida muhim ahamiyat kasb etadi. Atom diffuziya tamoyillarini tushunish, hamda kerakli xususiyatlar va ishlashga ega bo'lgan materiallar va qurilmalarni loyihalash va optimallashtirish uchun juda muhimdir.

Atom diffuziyasi yarimo'tkazgichlar fizikasi sohasining asosiy jarayoni bo'lib, materiallarning harakati va xususiyatlarida hal qiluvchi rol o'ynaydi. Atomlarning tarqalishini issiqlik energiyasi, konsentratsiya gradientlari yoki tashqi kuchlar tufayli atomlarning material bo'ylab harakati sifatida aniqlash mumkin. Bu jarayon turli hodisalar, jumladan qattiq holat reaksiyalari, kristall o'sishi va sirt o'zgarishi uchun

javobgardir. So'nggi yillarda turli materiallar, jumladan, metallar, yarimo'tkazgichlar va keramikalarda atom tarqalishi bo'yicha katta miqdordagi tadqiqotlar olib borildi.

## MUHOKAMA

Atom diffuziyasi sohasidagi so'nggi o'zgarishlardan biri bu materiallardagi diffuziya xatti-harakatlarini tahlil qilish uchun hisoblash usullaridan foydalanishdir. Bu usullar molekulyar dinamika simulyatsiyasi, Monte-Karlo simulyatsiyasi va zichlik funksional nazariyasi hisoblarini o'z ichiga oladi. Ushbu usullarni qo'llash orqali tadqiqotchilar atom diffuziyasining asosiy mexanizmlari haqida tushunchaga ega bo'lishlari va turli materiallar uchun diffuziya koeffitsiyentlari va harakat energiyalarini aniqlashlari mumkin.

Tadqiqotning yana bir muhim yo'nalishi nanomateriallarda diffuziyani o'rganishdir. Materiallarning o'lchami nano o'lchamga tushganda, diffuziya harakati yuqori sirt maydoni va nuqsonlar mavjudligi sababli sezilarli darajada o'zgarishi mumkin. Nanomateriallarda diffuziya xatti-harakatlarini tushunish noyob xususiyatlar va yangi materiallarni ishlab chiqish uchun juda muhimdir. Ushbu sohalarga qo'shimcha ravishda, metallar va yarimo'tkazgichlar kabi maxsus materiallarda diffuziya bo'yicha muhim tadqiqotlar olib borildi. Masalan, so'nggi tadqiqotlar vodorodni saqlash va yonilg'i xujayralarida ishlatiladigan materiallarning xatti-harakatlarini tushunish uchun juda muhim bo'lgan metallardagi vodorodning tarqalishiga qaratilgan. Shuningdek, yangi elektron qurilmalarni yaratish uchun zarur bo'lgan yarim o'tkazgichlarda qo'shimcha moddalarning tarqalishi bo'yicha tadqiqotlar o'tkazildi.

## NATIJALAR

Agar kirishma atomlar bilan yarimo'tkazgichning asosiy atomlari orasidagi tafovud qancha katta bo'lsa, bunday holda kirishma atomlar kristall panjara oralig'ida joylashish ehtimolligi katta bo'ladi. Bunday kirishma atomlari yarimo'tkazgich materiallarning kristall panjaralarida tugunlar aro joylashgan nuqsonlarni hosil qiladi. Bundaylarga: *Si ga Zn, Fe, Ni, Co* larni misol qilish mumkin.

Kirishma atomlarning eruvchanligini haroratga bog'liqligi quyidagicha aniqlanadi:

$$N = N_0 \cdot e^{\frac{E_T}{kT}} \quad (1)$$

Bunda  $N$  –berilgan haroratda kirishma atomlarni eruvchanligi,  $k$  –Boltsman doimiysi,  $T$  –harorat,  $E_T$  –eruvchanlik energiyasi.

Kirishma atomlarning yarimo'tkazgich material sirtidan diffuziya natijasida hajm bo'ylab kirib borish tezligini ko'rsatadigan kattalik bu diffuziya koeffitsiyentidir. Diffuziya koeffitsienti qiymati ham kirishma atomlari parametrlari va diffuziya tezligiga bog'liq.

$$D = D_0 \cdot \exp\left(-\frac{E_d}{kT}\right) \quad (2)$$

$D_0$  – temperatura cheksiz bo'lgandagi diffuziya koeffitsienti,  $E_d$  diffuziyaning energiya faolligi (ya'ni atomlarning kristall panjara ichida bir muvozanat holatdan ikkinchi muvozanat holatga o'tishi uchun zarur bo'lgan energiya).

*1-jadval. Murakkab yarimo'tkazgich materiallarining ta'qiqlangan soha kengligi.*

Yarimo'tkazgichlar	Taqiqlangan sohasi	Yarimo'tkazgichlar	Taqiqlangan sohasi
$GaAs_{0,88}Sb_{0,12}$	1,21 eV	$Ga_{0,612}In_{0,388}As$	0,95 eV
$Ga_{0,47}In_{0,53}As$	0,75 eV	$CdGaAs_2$	0,55 eV
$Ga_{0,5}In_{0,5}Sb$	0,36 eV	$CdSnP_2$	1,15 eV
$Ga_{0,3}In_{0,7}Sb$	0,24 eV	$ZnGeP_2$	2,2 eV
$InAs_{0,2}P_{0,8}$	1,1 eV	$AgZnSe_2$	1,2 eV
$Ga_{0,13}In_{0,7}As_{0,37}P_{0,63}$	1,05 eV	$AgZnS_2$	2,0 eV
$GaAs_{0,45}P_{0,55}$	1,977 eV	$AgGaS_2$	2,7 eV
$Al_{0,4}Ga_{0,86}As$	1,59 eV	$CuAlS_2$	3,5 eV
$Al_{0,4}Ga_{0,86}As$	1,62 eV		

Agar kirishma atomlar tugunlar bo'yicha diffuziya qilinadigan bo'lsa, unda  $E_d$  ni qiymati tugunda turgan atomning 3 ta qo'shnisi bilan bog'lanishni uzishi uchun kerak bo'lgan energiya ham atom qo'shni tugun joyiga o'tishi uchun u yerda vakansiya paydo bo'lishi uchun kerak energiyalar yig'indisiga teng bo'ladi.

## **XULOSA**

Umuman olganda, atom diffuziyasi bo'yicha adabiyotlar juda katta va keng ko'lamli materiallar va ilovalarni qamrab oladi. Ushbu sohada sezilarli yutuqlarga erishilgan bo'lsada, materiallarda atom tarqalishining mexanizmlari haqida hali ko'p narsalarni o'rganish kerak. Kelajakdagi tadqiqotlar yangi hisoblash usullariga,

nanomateriallarda diffuziyani o'rganishga va noyob diffuziya xususiyatlariga ega yangi materiallarni ishlab chiqishga qaratilgan bo'lishi mumkin.

Bunday kirishma atomlar uchun  $S_i$  da  $E_d$  qiymati  $E_d = 3 \div 5 eV$  ga teng bo'ladi. Agar atom tugunlar aro diffuziya qilinayotgan bo'lsa, unda  $E_d$  qiymati atom turgan tugunlar aro joyidan qo'shni shunday joyga o'tishi uchun zarur bo'lgan energiyalar bilan, atom 2 ta tugun o'rtasidan o'tayotganda tashqi qobiq elektronlar o'zaro itarilish kuchlarini yengishi uchun sarf qilinayotgan energiyalar yig'indisiga teng bo'ladi. Bunday kirishma atomlar uchun  $E_d$  qiymati  $E_d = 0,5 \div 2,5 eV$  atrofida bo'lishi mumkin.

## REFERENCES

1. Arabboyevich, M. I. (2023). MAGNIT MAYDONDAGI ELEKTRONLAR HARAKATI, LANDAU KVANTLASHISH SHARTLARI. SUSTAINABILITY OF EDUCATION, SOCIO-ECONOMIC SCIENCE THEORY, 1(6), 20-24.
2. Arabboyevich, M. I., & Alijon o'g'li, M. A. (2023). IDEAL GAZLARDA KVANT STATISTIKASI TAHLILI. PEDAGOGICAL SCIENCES AND TEACHING METHODS, 2(20), 235-237.
3. Muminov, I. A., & Muminova, M. (2023). QATTIQ JISMLARNING KRISTALL PANJARALARI. *Oriental renaissance: Innovative, educational, natural and social sciences*, 3(3), 1314-1317.
4. Arabboyevich, M. I., & Nabijon o'g, S. U. B. (2022). QATTIQ JISM KRISTALLARINI O'STIRISH NAZARIYASI. *Scientific Impulse*, 1(3), 696-698.
5. Mo'minov, I., & Jasurbek, T. (2022). NAZARIY MEKANIKA TARIXI. *IJODKOR O'QITUVCHI*, 2(19), 601-605.
6. Ахмедов, Б. Б., Муминов, И. А., & Хошимов, Х.А.У. (2022). РАЗМЕРНОЕ КВАНТОВАНИЕ В ПОТЕНЦИАЛЬНОЙ ЯМЕ ПРЯМОУГОЛЬНОЙ ФОРМЫ. *Oriental renaissance: Innovative, educational, natural and social sciences*, 2(Special Issue 4-2), 1032-1036.
7. Muminov, I. A., Axmedov, B.B., & Maxmudov, A. A. O. G. L. (2022). YARIMO'TKAZGICH ASOSIDAGI TURLI STRUKTURALI NANOTRUBKALAR. *Oriental renaissance: Innovative, educational, natural and social sciences*, 2(4), 517-523.
8. Baxromovich, A.B., & Alijon o'g'li, M.A. (2022). YARIMO'TKAZGICH ASOSIDAGI TURLI STRUKTURALI NANOTRUBKALAR Muminov Islomjon Arabboyevich.
9. Muminov, I. A., Akhmedova, S.Y.K., Sobirjonova, D.A.K., & Khomidjonov, D. K. U. (2021). HETEROSTRUCTURES OF ANTIMONIDE-BASED

SEMICONDUCTORS. *Oriental renaissance: Innovative, educational, natural and social sciences*, 1(11), 952-959.

10. Rasulov, R. Y., Akhmedov, B. B., Muminov, I. A., & Umarov, B. B. (2021). Crystals with tetrahedral and hexagonal lattices. *Fergana. Classic.-2021*.

11. Расулов, В. Р., Расулов, Р. Я., Муминов, И. А., Эшболтаев, И. М., & Кучкаров, М. (2021). МЕЖДУЗОННОЕ ТРЕХФОТОННОЕ ПОГЛОЩЕНИЕ В INSB.

12. Ахмедов, Б. Б., & Муминов, И. А. (2021). УРАВНЕНИЯ ШРЕДИНГЕРА ДЛЯ ДВУМЕРНОГО ВОЛНОВОГО ВЕКТОРА. *EDITOR COORDINATOR*, 537.

13. Rasulov, V. R., Akhmedov, B. B., & Muminov, I. A. (2021). Interband one-and two-photon absorption of polarized light in narrow-gap crystals. *Scientific-technical journal*, 4(1), 28-31.

14. Yavkachovich, R. R., Ogli, M. A. A., Umidaxon, R., Makhliyo, M., & Arabboyevich, M. I. (2019). Agency of surface recombination on volt-ampere characteristic of the diode with double injection. *European science review*, (11-12), 70-73.