

YARIMO'TKAZGICH ASOSIDAGI TURLI STRUKTURALI NANOTRUBKALAR

**Muminov Islomjon Arabboyevich,
Axmedov Baxodir Baxromovich**

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

Maxmudov Azizbek Alijon o'g'li

Farg'ona davlat universiteti, Fizika (Nazariy fizika) mutaxassisligi magistranti;

ANNOTATSIYA

Yarimo'tkazgich nanotrubkalarining ba'zilarini strukturasi o'rganilgan bo'lib, ularni bir-biridan farqli tomonlari ko'rsatilgan. Bundan tashqari nanotrubkalarining asosiy xususiyatlaridan biri bo'lmish, nanotrubka xiralligi kattaligi haqida ma'lumotlar keltirilgan. Turli xiralikka ega bo'lgan nanotrubkalarining o'tkazuvchanlik koeffitsientlari bir-biri bilan ko'rsatilgan.

Kalit so'zlar: *Yarimo'tkazgich nanotrubka, nanotrubka xiralligi, o'tkazuvchanlik koeffitsienti.*

АННОТАЦИЯ

Исследована структура некоторых полупроводниковых нанотрубок и показаны их различные аспекты. Имеются также сведения о величине нанотрубок, что является одной из основных особенностей нанотрубок. Показана проводимость нанотрубок с разной хиральностью относительно друг друга.

Ключевые слова: *полупроводниковая нанотрубка, хиральность нанотрубки, проводимость.*

ABSTRACT

The structure and composition of solids, the forces of interaction between the particles that make them up, mechanical, electrical, magnetic, optical and other properties are studied.

Keywords: *crystal, amorphous bodies, diamond zone, crystal lattice.*

KIRISH

O'z zamonida Demokrit Borliqning atomistik kontseptsiyasi haqida fikr yuritganida olam kimyoviy elementlar va ular birikmalarining ko'p sonidagi "G'ishtcha"laridan tuzilgan deb taxmin qildi. Ular bir-biridan alohida xususiyatlari

bilan farq qiladi. Olam tuzilishida ishtirok etuvchi “g’ishtcha”larning xususiyatlari kabi ularning tarixi ham bir-biridan farqlidir. Ba’zi elementlar, masalan, mis(Cu), temir(Fe), oltingugurt(S) va uglerod(C) qadimdan ma’lum. Boshqa ba’zi elementlarning yoshi faqat asrlar bilan baholanadi. Insoniyat kislorodni doimiy ravishda iste’mol qilib kelgan, ammo u element sifatida XVII asrga kelib ochilgan. Uchinchi toifa elementlar 100-200 yil oldin ochilgan, ammo bizning zamonimizga kelib ularning nufuziga yetarlicha e’tibor qaratilgan. Ularga uran(U), alyuminiy(AL), bor(B), litiy(Li), berilliy(Be)lar kiradi.

1985- yilda Robert Kerl, Garol’d Kroto va Richard Smolli tasodifiy ravishda printsipial ravishda yangi uglerod birikmasi bo’lgan fullerenni ochishdi. Fullerenning ajoyib xususiyatlari bir qator tadqiqotchilarni jalb etdi. 1996- yilda fullerenni kashf etganlar Nobel mukofoti sovrindorlari bo’lishdi. Fulleren molekulasining asosi ugleroddir. Uglerod- ajoyib kimyoviy element bo’lib, u ko’pgina kimyoviy elementlar bilan bog’lanib, turli tarkib va tuzulishga ega bo’lgan molekulalarni hosil qila olish xususiyatiga egadir.

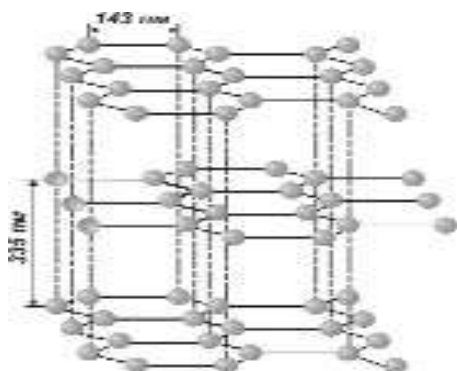
Maktab kimyo kursidan ma’lumki, uglerod ikkita asosiy allotrop holatiga ega. Bular: grafit va olmos. Fulleren ochilishi bilan uglerod yana bir allotrop holatga ega ekanligi ma’lum bo’ldi. Grafit, olmos va fulleren molekulalarining strukturasi ko’ramiz.

MUHOKAMA

Grafit qatlamli strukturaga ega. Uning har bir qatlami bir- biri bilan kovalent bog’langan to’g’ri olti burchaklarni hosil qiluvchi uglerod atomlaridan iborat. Qo’shni qatlamlar bir- birini Van-der- Vaals kuchlari bilan ushlab turadi. Shuning uchun ular bir-biriga nisbatan erkin sirpanadi. Bunga oddiy misol qalam. Grafit sterjenni qog’oz ustida yurg’izsak, qatlamlar sekin bir-biridan ajralib, qog’ozda iz qoldiradi.

Olmos uch o’lchovli tetraedrik strukturaga ega. Har bir uglerod atomi qolgan to’rttasi bilan kovalent bog’langan. Kristall panjaradagi barcha atomlar bir-biridan bir xil masofada(154 nm) joylashgan. Ularning har biri boshqalari bilan to’g’ri kovalent aloqa bilan bog’langan bo’lib, kristallda bitta gigant makromolekulani hosil qiladi.

“C-C” kovalent bog’lanishlarning katta energiyaga ega ekanligidan olmos o’ta mustahkam bo’lib, nafaqat qimmatbaho tosh sifatida, balki metall kesuvchi asboblarda uchun ham xom ashyo sifatida ishlatiladi.



1-rasm. Grafit strukturasi

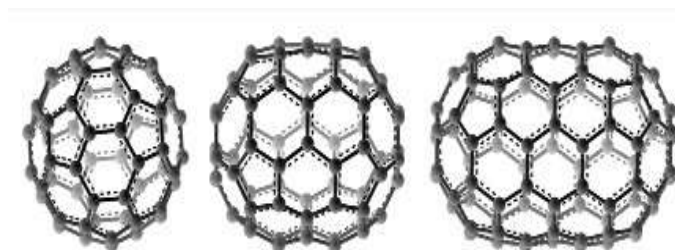


2- rasm. Olmos strukturasi

Fulleren atamasi arxitektor Bakminster Fuller sharafiga qo'yilgan bo'lib, u o'xshash strukturalardan arxitekturada foydalangan. Shu sababli ularni bakibolalar deb ham atashadi. Fulleren karkas strukturaga ega bo'lib, u futbol to'pini eslatadi. Fulleren molekulasining ajoyib xususiyati shundaki, bunday uglerod "To'pi"ning ichida bo'shliq hosil bo'ladi-ki, kapilyar xususiyatlarga asosan unga boshqa moddalarning atom va molekularini kiritish mumkin.

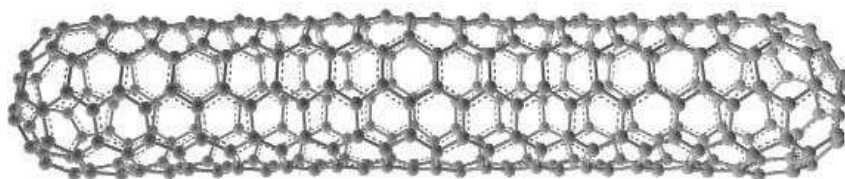


3- rasm. Fulleren strukturasi



**4-rasm. Fullerenlar a) C 60 b) C70
s) C 90**

Fullerenlarni o'rganish davomida molekulari o'rganildi va sintezlandi. Ammo uglerodli karkas strukturalar xilma-xilligi bu bilan tugamaydi. 1991- yilda yaponiyalik professor Sumio Iidzila nanotrubkalar deb atalgan uzun uglerod silindrlarini qayd etdi. Nanotrubka- bu uzunligi bir necha o'n mikron, diametri qariyb 1nm bo'lgan, uglerodning milliondan ortiq atomlaridan tashkil topgan molekuladir.



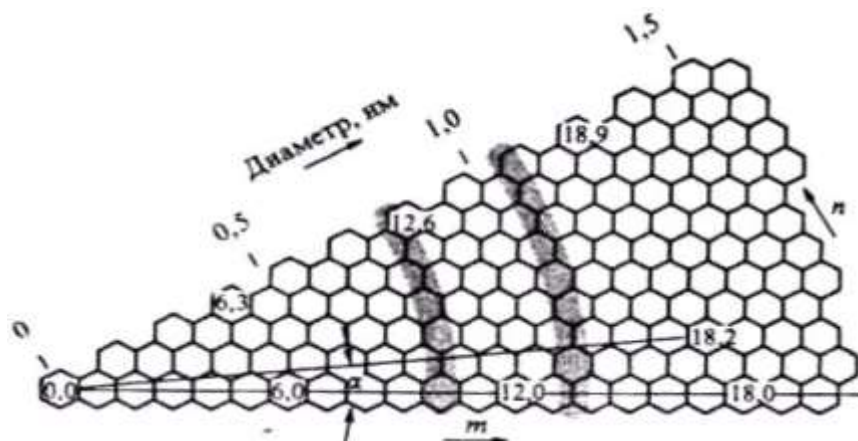
5- rasm. Nanotrubka strukturasi

Trubka devorlarida uglerod atomlari to'g'ri oltiburchaklarning uchlarida joylashgan. Nanotrubkalar strukturasi quyidagicha tasavvur etish mumkin: Grafit bo'lagini olib, undan chiziqcha kesib olamiz va uni silindrga "yelimlaymiz". (Aslida nanotrubkalar umuman boshqacha o'sadi.) Demak, oddiygina grafit bo'lakchasini olib uni silindrga o'rasak nanotrubka hosil bo'lishi kerak. Ammo nanotrubkalar eksperimental ochilgunga qadar nazariyotchilardan hech kim buni bashorat qila olmadi. Olimlarga faqatgina ularni o'rganish va hayratlanish qolgan edi.

Ideal nanotrubka – bu grafit setkasini yassi geksogonal o'rashda olingan silindr (5- chizma.) Geksogonal grafit setkasi va nanotrubkaning bo'ylama o'qi o'zaro orientatsiyasi nanotrubka xarakteristikasida asosiy jihat hisoblanadi va u xirallik deb nomlangan. Trubkalar turli xirallik bilan xarakterlanadi. Ideallashtirilgan trubka bu silindrga o'ralgan grafit tekislik bo'lib, uning sirti to'g'ri olti burchaklar bilan to'ldirilgan va ularning uchlarida uglerod atomlari joylashgan. Bunday natija grafit tekisligining nanotrubka o'qiga nisbatan burchak orientatsiyasi bilan ifodalanadi.

Burchak orientatsiyasi nanotrubka xiralligini belgilaydi, u esa o'z navbatida uning elektr xarakteristikalarini aniqlaydi. Nanotrubkalarining bu xususiyati 6-rasmda ko'rsatilgan bo'lib, unda grafit tekisligining qismi va uning o'ralishi mumkin bo'lgan yo'nalishlari ko'rsatilgan. [1-8]

Nanotrubkalarining xiralligi bir qancha belgilar (m,n) bilan belgilanadi. Ular olti burchak koordinatalarini ko'rsatadiki, tekislikni o'rash natijasida koordinata boshida turgan olti burchak bilan to'g'ri kelishi kerak. Bunday olti burchaklarning bir nechtasi mos keluvchi belgilar bilan chizmada ko'rsatilgan. Xirallikni ifodalashning boshqa usuli bu nanotrubka o'ralish yo'nalishi va qo'shni olti burchaklar umumiy tomonga ega bo'lgan yo'nalish orasidagi burchakni ko'rsatish bilan ifodalanadi. Ko'rsatilgan konfiguratsiyalar $(m,0)$ va $(2n,n)$ xiralliklarga to'g'ri keladi.



6- rasm. Nanotrubkalar xiralligi namoyishi. Grafit tekisligining qismini silindrga o'rash natijasida bir qatlamli nanotrubka hosil bo'ladi.

NATIJARLAR

Bir qatlamli (m,n) nanotrubka xiralligi indeksi uning diametrini belgilaydi. Bu bog'liqlik quyidagi ko'rinishga ega:

$$D = \sqrt{m^2 + n^2 - nm} \frac{\sqrt{3}}{\pi} d_0 \quad (1)$$

Bu yerda $d_0=0,142$ nm bo'lib, u grafit tekisligidagi uglerod qo'shni atomlari orasidagi masofadir. Zamonaviy elektron mikroskoplarning ruxsat etuvchi qobiliyati turli xirallikka ega bo'lgan nanotrubkalarni bevosita farqlay olmaydi, shuning uchun bu parametрни aniqlashning yagona usuli ularning diametrlarini aniqlash bilan bog'langan. Nanotrubkaning oddiylashgan modelini qaraylik. 6-chizmada bir qatlamli nanotrubka modeli keltirilgan. Bunday trubka o'rash natijasida darz qoldirmaydi va yarim sferik cho'qqilar bilan tugaydi. Bu cho'qqilar to'g'ri olti burchaklar bilan birga oltita to'g'ri beshburchaklarni ham o'z ichiga oladi. Trubka oxiridagi beshburchaklarning borligi ularning fulleren molekularining chegaraviy holi deb qarash imkoniyatini tug'diradi. Ularning bo'ylama o'qi diametrdan ancha katta.[9-18]

XULOSA

Eksperimental kuzatiladigan bir qatlamli nanotrubkalarining strukturasi ko'p jihatdan yuqorida zikr etilgan ideal nanotrubkadan farq qiladi. Avvalo bu nanotrubka cho'qqilariga daxldor bo'lib, kuzatishlar ko'rsatadiki, ularning shakli ideal yarim sferadan ancha uzoq. Xiralligi (10,10) bo'lgan, nanotrubkalar bir qatlamli nanotrubkalar orasida alohida o'ringa ega.

Bunday tipdagi nanotrubkalarda har qaysi olti hadli halqa tarkibiga kiruvchi ikkita C-C bog'lanishlar trubka bo'ylama o'qiga parallel orientirlangan. Bunday

strukturali nanotrubka hisoblash natijalariga ko'ra sof metall o'tkazuvchanlikka ega bo'lishi kerak. Bundan tashqari, termodinamik hisoblashlar ko'rsatadiki, bunday trubkalar yuqori stabillikka ega. Yaqin vaqtlargacha bunday ideallashtirilgan sharoitlarga erishish qiyindek tuyulardi. Ammo grafit sirtini nikel katalizator ishtirokida ikkita lazer impulslari bilan nurlantirganda diametri 1,36nm va uzunligi bir necha yuz mikron bo'lgan metall o'tkazuvchanlikka ega nanotrubkalarining sintezi amalga oshirildi. Nazariy xulosalar eksperimental tasdig'ini topdi.

REFERENCES

1. Rasulov, R. Y., Akhmedov, B. B., Muminov, I. A., & Umarov, B. B. (2021). Crystals with tetrahedral and hexagonal lattices. *Fergana. Classic.-2021*.
2. Rustamovich, R. V., Yavkachovich, R. R., Bahroovich, A. B., Arabboyevich, M. I., & Zaylobidinovich, P. B. (2020). Linear-circular dichroism of one-photon absorption of light in narrow-zone semiconductors. contribution of the effect of coherent saturation. *European science review*, (7-8), 49-53.
3. 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), UDC-621.
4. Yavkachovich, R. R., Bahromovich, A. B., Ogli, R. M. B., Akmaljon, A., & Umidaxon, R. (2020). Diagonal matrix elements of the effective Hamiltonian in a semiconductor (taking into account spin-orbit interaction). *European science review*, (1-2), 101-105.
5. Rustamovich, R. V., Yavkachovich, R. R., Bahroovich, A. B., Arabboyevich, M. I., & Xusnitdin, N. (2020). TWO-PHOTONE LINEAR-CIRCULAR DICHROISM IN NARROW-ZONE SEMICONDUCTORS. *European science review*, (7-8), 54-59.
6. Rustamovich R. V. et al. Nondiagonal matrix elements of the effective Hamiltonian in a semiconductor (taking into account spin-orbit interaction) //European science review. – 2020. – №. 1-2. – C. 89-92.
7. Yavkachovich R. R. et al. Agency of surface recombination on volt-ampere characteristic of the diode with double injection //European science review. – 2019. – №. 11-12. – C. 70-73.
8. Rustamovich R. V. et al. Phenomenology of two and three photon linear-circular dichroism of light absorption in p-GaAs //European science review. – 2020. – №. 1-2. – C. 97-100.

9. Rustamovich R. V. et al. Matrix elements of two and three-photon absorption of polarized radiation in a cubic symmetry semiconductor //European science review. – 2020. – №. 1-2. – С. 93-96.
10. Rozikov J. et al. DIMENSIONALLY QUANTIZED SEMICONDUCTOR STRUCTURES //Scientific Bulletin of Namangan State University. – 2019. – Т. 1. – №. 6. – С. 58-63.
11. Akhmedov B. et al. ABOUT WAVEFUNCTIONS IN LOW-DIMENSIONAL SEMICONDUCTORS //Central Asian Problems of Modern Science and Education. – 2018. – Т. 3. – №. 4. – С. 51-57.
12. Akhmedov B. B., Rozikov J. Y., Muminov I. A. MATERIAL'S ELECTRONIC STRUCTURE //Zbiór artykułów naukowych recenzowanych. – С. 78.
13. Расулов, В. Р., Расулов, Р. Я., Эшболтаев, И. М., Насиров, М. Х., & Муминов, И. (2016). ЛИНЕЙНО-ЦИРКУЛЯРНЫЙ ДИХРОИЗМ ОДНО ФОТОННОГО ПОГЛОЩЕНИЯ СВЕТА В ПЬЕЗОЭЛЕКТРИЧЕСКИХ ПОЛУПРОВОДНИКАХ. УЧЕТ ЭФФЕКТА КОГЕРЕНТНОГО НАСЫЩЕНИЯ. American Scientific Journal, (7), 44-47.
14. Полвонов, Б. З., Насиров, М., Мирзаев, В., & Разиков, Ж. (2019). Диагностика полупроводниковых материалов методом поляритонной люминесценции. In General question of world science (pp. 39-42).
15. Nurmatov, O.R., Yulchiyev, I.I., Axmadjonov, M.F., Xidirov, D.Sh., and Nasirov, M.X.. "TALABALARGA "МАТЕМАТИК МАЙАТНИКНИНГ ТЕБРАНISH QONUNI" MAVZUSINI МАТЕМАТИК USULLAR BILAN TUSHUNTIRISH" Oriental renaissance: Innovative, educational, natural and social sciences, vol. 1, no. 11, 2021, pp. 133-140.
16. Ахмедов Б., Муминов И., Ҳомиджонов Д. УРАВНЕНИЯ ШРЕДИНГЕРА ДЛЯ ДВУМЕРНОГО ВОЛНОВОГО ВЕКТОРА //InterConf. – 2021.
17. Ахмедов Б. Б. и др. НЕПАРАБОЛИЧНОСТЬ ЭНЕРГЕТИЧЕСКИХ ЗОН //WORLD SCIENCE: PROBLEMS AND INNOVATIONS. – 2020. – С. 28-30.
18. Rustam Y. et al. ON THE THEORY OF ONE-PHOTON ABSORPTION OF POLARIZED LIGHT IN NARROW-GAP CRYSTALS. TAKING INTO ACCOUNT THE EFFECT OF COHERENT SATURATION //EurasianUnionScientists. – 2021. – Т. 5. – №. 1 (82). – С. 56-59.