O‘ZBEKISTON RESPUBLIKASI

OLIY TA’LIM, FAN VA INNOVATSIYALAR VAZIRLIGI

GULISTON DAVLAT UNIVERSITETI

KIMYO KAFEDRASI

“NANOKIMYO VA NANOTEXNOLOGIYALAR” FANIDAN “FULLERENLAR, FULLERIDLAR” MAVZUSI BO‘YICHA KONTENT.

(60530100-Kimyo yo`nalishi uchun)

GULISTON-2026

UDK: 544.77:620.3

Lapasova F.A. “Nanokimyo va nanotexnologiyalar”. O‘quv kontenti. - Guliston: 2026. -18 b.

Ushbu o‘quv kontenti oliy ta’limning bakalavriyat bosqichi 60530100-Kimyo ta’lim yo‘nalishi bo‘yicha majburiy fanlar qismiga tegishli “**Nanokimyo va nanotexnologiyalar**” fani dasturi asosida “**Fullerenlar, fulleridlar**” mavzusi bo‘yicha tayyorlangan bo‘lib, fullerin va fulleridlarning turlari, metalli hosilalari, xossalari va tuzilishi, olinishi va amaliy ahamiyati yoritilgan.

Mazkur o‘quv kontenti Guliston davlat universiteti O‘quv Uslubiy Kengashining 20___ yil ____ _____ dagi ___-sonli bayoniga asosan chop qilishga (elektron platformaga joylashga) tavsiya etildi.

Taqrizchi: Umirova N.K. - GulDU, “Kimyo” kafedrasi dotsenti.

Fullerenlar, fulleridlar

Ajratilgan soat-2

Asosiy savollar:

1. Fulleren. Fulleren tiplari**.**
2. Fullerenning metalli hosilalari, xossalari va tuzilishi.
3. Fulleridlarning fizik–kimyoviy xossalari.

Kalit so’zlar: fullerin, fullerid, allotropiya, metall fullerid, ugkerod karkasi, piroliz, ekstraksiya, elektr o‘tkazuvchanlik, endoedral fulleren

GLOSSARIY (ГЛОССАРИЙ)

O’zbek tilida	Ingliz tilida	So’z yoki iboraning ma’nosi
Fulleren	Fullerene	Uglerod atomlaridan tashkil topgan, yopiq qafassimon molekulyar tuzilishga ega uglerod allotropi.
Fullerid	Fulleride	Fulleren molekulalarining elektron donor atomlar yoki boshqa komponentlar bilan hosil qilgan birikmasi; ko‘pincha metall fulleridlar nazarda tutiladi.
Allotropiya	Allotropy	Bir kimyoviy elementning tuzilishi va xossalari bilan farqlanuvchi oddiy moddalar shaklida mavjud bo‘lish hodisasi.
C_{60}	C_{60}	60 ta uglerod atomidan tashkil topgan fulleren molekulasi.
C_{70}	C_{70}	70 ta uglerod atomidan tashkil topgan, cho‘zinchoq tuzilishli fulleren.
Uglerod karkasi	Carbon cage	Fulleren molekulasidagi uglerod atomlari o‘zaro bog‘lanib hosil

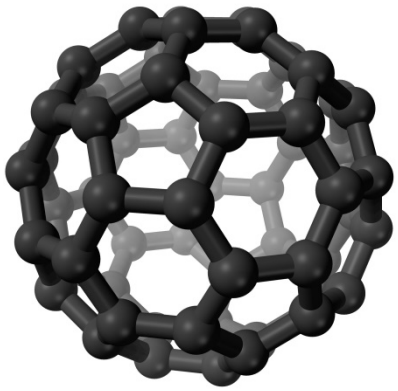
		qilgan yopiq tuzilma.
Beshburchak	Pentagon	Fulleren karkasidagi beshta uglerod atomidan tashkil topgan besh qirrali halqa.
Oltiburchak	Hexagon	Fulleren karkasidagi oltita uglerod atomidan tashkil topgan olti qirrali halqa.
Metall fullerid	Metal fulleride	Fulleren va metall atomlari yoki ionlaridan tashkil topgan birikma.
Ishqoriy metall	Alkali metal	Davriy jadvalning 1-guruhiga mansub litiy, natriy, kaliy, rubidiy va seziy kabi elementlar.
Elektron donor	Electron donor	Kimyoviy jarayonda elektron beruvchi atom, ion yoki molekula.
Elektron akseptor	Electron acceptor	Kimyoviy jarayonda elektron qabul qiluvchi atom, ion yoki molekula.
Kristall panjara	Crystal lattice	Kristall modda tarkibidagi zarrachalarning fazoda tartibli joylashish tizimi.
Elektr o‘tkazuvchanlik	Electrical conductivity	Moddaning elektr toki o‘tishiga imkon berish xususiyati.
Supero‘tkazuvchanlik	Superconductivity	Muayyan kritik haroratdan pastda elektr qarshiligining nolga tushishi bilan tavsiflanadigan hodisa.
Endoedral fulleren	Endohedral fullerene	Ichki bo‘shlig‘ida metall atomi yoki boshqa zarracha joylashgan fulleren.

Ekzoedral hosila	Exohedral derivative	Fullerenning tashqi uglerod karkasiga atom yoki funksional guruhlar biriktirilishi natijasida hosil bo‘lgan birikma.
Nanotexnologiya	Nanotechnology	Nanoo‘lchamdagi material va tuzilmalarni olish, o‘rganish hamda amaliyotda qo‘llash bilan shug‘ullanuvchi yo‘nalish.
Molekulyar kristall	Molecular crystal	Kristall panjarasi alohida molekulalardan tashkil topgan qattiq modda.
Redoks jarayoni	Redox process	Oksidlanish va qaytarilish jarayonlari bir vaqtda sodir bo‘ladigan kimyoviy reaksiya.
Piroliz	Pyrolysis	Moddalarni kislorodsiz yoki kislorod cheklangan sharoitda yuqori harorat ta’sirida parchalash jarayoni.
Ekstraksiya	Extraction	Aralashma tarkibidagi komponentni mos erituvchi yordamida ajratib olish usuli.

1-savolning bayoni: Fulleren. Fulleren tiplari.

Fullerenlar — uglerod atomlarining yopiq, qafassimon molekulyar karkas hosil qilishi natijasida vujudga keladigan uglerodning allotropik shakllaridan biridir. Ularning strukturaviy asosini uglerod atomlari o‘zaro kovalent bog‘lar orqali birikib, beshburchak va oltiburchaklardan tashkil topgan ko‘pyoqli sirt hosil qilishi tashkil etadi. Fullerenlar molekulyar o‘lchami, geometrik konfiguratsiyasi, elektron tuzilishi hamda fizik-kimyoviy xususiyatlari bilan boshqa uglerod materiallaridan farqlanadi.

Fullerenlar 1985-yilda H. Kroto, R. Curl, R. Smalley va ularning hamkasblari tomonidan uglerod klasterlarini tadqiq etish jarayonida aniqlangan. Ushbu kashfiyot uglerod kimyosi va nanomateriallar haqidagi ilmiy tasavvurlarning kengayishiga olib keldi. 1996-yilda mazkur tadqiqotlar uchun Kroto, Curl va Smalley kimyo bo‘yicha Nobel mukofotiga sazovor bo‘lishdi.





Fulleren molekulalarida uglerod atomlari, asosan, sp^2-gibridlanish holatida bo‘ladi. Har bir uglerod atomi odatda uchta qo‘shni uglerod atomi bilan bog‘lanib, fazoviy jihatdan yopiq karkasni shakllantiradi. Bunday tuzilish molekulaning elektron xususiyatlari, kimyoviy reaksion qobiliyati va barqarorligiga sezilarli ta’sir ko‘rsatadi.
Fullerenlarning molekulyar karkasi ko‘pburchaklardan tashkil topgan yopiq sirt bo‘lib, unda beshburchaklar va oltiburchaklar muhim strukturaviy elementlar hisoblanadi. Sferik fullerenlarning geometrik tuzilishi ko‘pincha kesik ikosaedr modeliga mos keladi.

Eng ko‘p o‘rganilgan fullerenlardan biri C_{60} bo‘lib, uning molekulasi 60 ta uglerod atomidan tashkil topgan. Ushbu molekulada 12 ta beshburchak va 20 ta oltiburchak mavjud. Uning geometrik shakli futbol to‘pini eslatadi. C_{60} molekulasida uglerod atomlarining fazoda muayyan tartibda joylashishi yuqori simmetriyali molekulyar strukturani yuzaga keltiradi.

Fullerenlarning umumiy strukturaviy xususiyatlari quyidagilardan iborat:

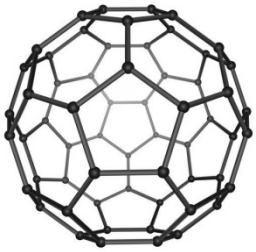
- uglerod atomlarining yopiq molekulyar karkas hosil qilishi;
- uglerod atomlari orasida kovalent bog‘larning mavjudligi;
- sirtning beshburchak va oltiburchaklardan tashkil topishi;
- elektronlarning delokallashuvi va o‘ziga xos elektron tuzilishning shakllanishi;
- molekulyar geometriyaning fizik-kimyoviy xossalarga ta’sir ko‘rsatishi.

Fullerenlar molekuladagi uglerod atomlari soni, geometrik shakli, karkas ichida boshqa atomlarning mavjudligi hamda tashqi yuzaning kimyoviy modifikatsiyalanishiga ko‘ra tasniflanadi.

1. Sferik fullerenlar. Sferik fullerenlar yopiq, sharsimon yoki sharga yaqin molekulyar karkasga ega bo‘lgan uglerod klasterlaridir. Ularning tipik vakillari C_{60} va C_{70} molekulalaridir.

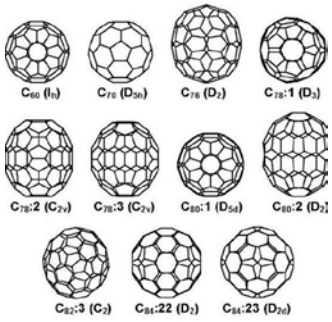
C_{60} fullereni yuqori simmetriyali kesik ikosaedr tuzilishiga ega. C_{70} molekulasi esa cho‘zinchoqroq, ellipsoidsimon geometriyasi bilan farqlanadi. Ushbu molekulalarning elektron xossalari, yorug‘likni yutish spektrlari va kimyoviy reaksion qobiliyati ularning strukturaviy xususiyatlari bilan belgilanadi.

Sferik fullerenlar elektron akseptorlik xususiyati, organik erituvchilarda eruvchanligi va kimyoviy funksionallashtirish imkoniyatlari sababli organik elektronika, fotokimyo va nanomateriallar kimyosida tadqiq etiladi.



2. Yuqori fullerenlar. Yuqori fullerenlar uglerod atomlari soni 70 tadan ortiq bo‘lgan yopiq karkasli molekulalarni o‘z ichiga oladi. Ularning vakillariga C_{76}, C_{78}, C_{84} va boshqa uglerod klasterlari kiradi.

Yuqori fullerenlarda uglerod atomlarining fazoviy joylashuvi va ko‘pburchaklarning o‘zaro birikish tartibi turli strukturaviy izomerlarning hosil bo‘lishiga sabab bo‘ladi. Izomerlar bir xil molekulyar formulaga ega bo‘lsa-da, atomlarning joylashuvi bilan farqlanadi. Bu farq ularning elektron tuzilishi, kimyoviy faolligi va fizik xususiyatlarida namoyon bo‘lishi mumkin.

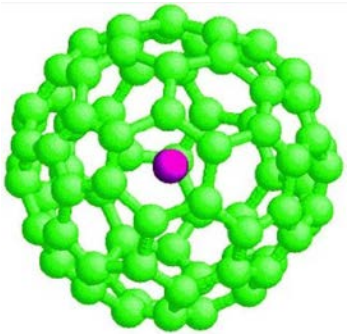


Yuqori fullerenlarning strukturaviy xilma-xilligi ularni molekulyar elektronika, fotofizika va uglerod nanoklasterlarining hosil bo‘lish mexanizmlarini o‘rganishda muhim tadqiqot obyektiga aylantiradi.

3. Endoedral fullerenlar. Endoedral fullerenlar — ichki bo‘shlig‘ida metall atomi, metall klasteri yoki boshqa zarracha joylashgan fulleren hosilalaridir. Ularning umumiy ifodalanishiga $M@C_n$ formulasi misol bo‘ladi. Bu yerda M — ichki joylashgan atom yoki klaster, C_n esa uglerod karkasini bildiradi.

Masalan, $La@C_{82}$ lantanning C_{82} uglerod karkasi ichida joylashganini anglatadi. Ichki zarracha va uglerod karkasi o‘rtasida elektron zichligining qayta taqsimlanishi sodir bo‘lishi mumkin. Natijada endoedral fullerenlarning elektron va magnit xususiyatlari tegishli bo‘sh fullerenlarnikidan farq qiladi.

Endoedral fullerenlar molekulyar magnit materiallar, elektron qurilmalar va ayrim biologik tadqiqotlar uchun istiqbolli materiallar sifatida o‘rganiladi. Biroq ularning amaliy qo‘llanilishi sintez murakkabligi, tozalash usullari va biologik xavfsizlik ko‘rsatkichlariga bog‘liq.

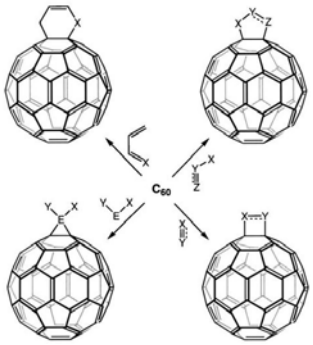


4. Ekzoedral va funksionallashtirilgan fullerenlar. Ekzoedral funksionallashtirilgan fullerenlarda uglerod karkasining tashqi yuzasiga kimyoviy guruhlar yoki atomlar biriktiriladi. Bunday modifikatsiya fullerenning eruvchanligi, qutbliligi, kimyoviy reaksion qobiliyati va boshqa moddalar bilan o‘zaro ta’sirini o‘zgartiradi.

Funksionallashtirilgan fullerenlarga gidroksil guruhlari saqlovchi fullerenollar, amin guruhli hosilalar va turli organik birikmalar bilan modifikatsiyalangan fullerenlar kiradi. Masalan, fullerenol hosilalarida uglerod karkasiga bir nechta -OH guruhlari birikkan bo‘lishi mumkin.

Funksionallashtirish fullerenlarni suvli muhitda dispersiyalash yoki eritish imkoniyatini oshirishi mumkin. Shu sababli bunday hosilalar polimer kompozitlar,

elektrokimyoviy tizimlar, katalitik materiallar va biologik faol tizimlarni yaratish bo‘yicha tadqiqotlarda qo‘llanadi.



2-savolning bayoni: Fullerenning metalli xosilalari, xossalari va tuzilishi.

Fullerenlarning metallli hosilalari — fulleren molekulasi bilan metall atomlari yoki metall ionlarining o‘zaro ta’siri natijasida hosil bo‘ladigan birikmalardir. Ushbu birikmalar metallofullerenlar va fullerenlarning metall saqlovchi hosilalari kabi guruhlarga ajratiladi.

Metall atomining fulleren bilan bog‘lanish holati va elektron tuzilishiga qarab, bunday birikmalar turli fizik-kimyoviy xususiyatlarni namoyon qiladi.

1. Endoedral metallofullerenlar. Endoedral metallofullerenlarda metall atomi yoki metall atomlari fullerenning uglerod qafasi ichida joylashadi. Bunday birikmalar odatda $M@C_n$ ko‘rinishida ifodalanadi. Bu yerda:

M — metall atomi;

C_n — n ta uglerod atomidan tashkil topgan fulleren qafasi;

@ belgisi metall atomining qafas ichida joylashganini bildiradi.

Masalan:

$La@C_{82}$ — lantan atomini saqlovchi endoedral metallofulleren;

$Gd@C_{82}$ — gadoliniy atomini saqlovchi metallofulleren;

$Sc_3N@C_{80}$ — skandiy va azot atomlaridan tashkil topgan ichki klasterni saqlovchi metallofulleren.

Metall atomining fulleren qafasi ichida joylashishi elektron zichligining qayta taqsimlanishiga olib keladi. Natijada birikmaning elektron, magnit va optik xususiyatlari dastlabki fullerennikidan farq qilishi mumkin.

2. Ekzoedral metall saqlovchi hosilalar. Ekzoedral hosilalarda metall atomlari yoki metall komplekslari fulleren qafasining tashqi tomonida joylashadi yoxud fullerenning uglerod skeletiga kimyoviy bog‘lar orqali birikadi.

Ular quyidagi ko‘rinishlarda uchrashi mumkin:

- fullerenning metall komplekslari bilan koordinatsion birikmalari;
- metall saqlovchi organik guruhlar bilan funksionallashtirilgan fullerenlar;
- metall–fulleren gibrid tizimlari.

Bunday birikmalarning hosil bo‘lishida fullerenning elektron-akseptorlik xususiyati, metallning elektron berish qobiliyati va ligandlarning koordinatsion xususiyatlari muhim rol o‘ynaydi.

3. Ishqoriy metallar bilan hosil qilingan fulleren birikmalari. Ishqoriy metallar, xususan, kaliy, rubidiy va seziy fullerenlar bilan zaryad uzatiladigan birikmalar hosil qilishi mumkin.

Masalan, K_3C_{60} birikmasida kaliy atomlaridan fulleren molekulalariga elektron zichligi uzatiladi. Natijada C_{60} qafasining elektron holati o‘zgaradi. Ayrim ishqoriy metall–fulleren birikmalari past haroratlarda o‘ta o‘tkazuvchanlik xususiyatini namoyon qiladi. Bu hodisa ularning kristall panjarasi, elektron tuzilishi va metall atomlarining joylashuvi bilan bog‘liq.

3. Fullerenlarning metallli hosilalarining kimyoviy xossalari. Metallofullerenlarning xossalari metallning tabiati, fulleren qafasining o‘lchami, elektronlarning taqsimlanishi va molekulaning fazoviy tuzilishiga bog‘liq.

1. Elektron almashinish xususiyati. Metall atomlari fulleren qafasiga elektron berishi yoki undan elektron qabul qilishi mumkin. Elektronlarning qayta taqsimlanishi birikmaning oksidlanish-qaytarilish xossalariga ta’sir ko‘rsatadi.

2. Koordinatsion o‘zaro ta’sir. Fullerenning π-elektron tizimi ayrim metall markazlari bilan o‘zaro ta’sirlashadi. Bunda metall–fulleren bog‘lanishining tabiati metallning elektron konfiguratsiyasi va kompleksning ligand muhitiga bog‘liq.

3. Magnit xususiyatlar. Gadoliniy kabi paramagnit metall atomlarini saqlovchi endoedral metallofullerenlar magnit xususiyatlarga ega bo‘lishi mumkin. Ularning magnit xulqi metall markazining elektron spinlari va uglerod qafasi bilan o‘zaro ta’siri orqali belgilanadi.

4. Optik xususiyatlar. Metall atomining fulleren ichida yoki tashqarisida joylashishi elektron o‘tishlar spektriga ta’sir qiladi. Shu sababli metallofullerenlarning yutilish va fotofizik xususiyatlari tegishli spektral usullar yordamida o‘rganiladi.

5. Kimyoviy barqarorlik. Uglerod qafasi ichki metall atomini tashqi muhit ta’siridan qisman himoya qiladi. Biroq birikmaning umumiy barqarorligi qafasning tuzilishi, metallning tabiati va kimyoviy muhitga bog‘liq.

Metallofullerenlarni olish usullari. Metallofullerenlarni sintez qilishda bir necha yondashuv qo‘llanadi.

1. Yoy razryadi usuli. Grafit va metall saqlovchi materiallardan foydalanib, inert gaz muhitida yuqori haroratli yoy razryadi hosil qilinadi. Hosil bo‘lgan mahsulotlar tarkibidan metallofullerenlar ajratib olinadi.

2. Lazerli bug‘latish usuli. Grafit-metall aralashmasi lazer yordamida bug‘latiladi. Hosil bo‘lgan uglerod klasterlari sovish jarayonida fulleren va metallofullerenlarga aylanishi mumkin.

3. Kimyoviy funksionallashtirish. Oldindan olingan fulleren molekulalariga metall komplekslari yoki metall saqlovchi funksional guruhlar biriktiriladi. Bu usul, ayniqsa, ekzoedral hosilalarni olishda qo‘llanadi.

Olingan mahsulotlarni ajratish va tozalash uchun erituvchilarda ekstraksiya qilish, xromatografiya hamda boshqa fizik-kimyoviy usullardan foydalaniladi.

3-savolning bayoni: Fulleridlarning fizik–kimyoviy xossalari.

Fulleridlar — fulleren molekulalarining metall atomlari yoki boshqa elektron donor zarrachalar bilan o‘zaro ta’siri natijasida hosil bo‘ladigan birikmalardir. Ular fullerenlarning elektron qabul qilish xususiyatiga asoslangan bo‘lib, tarkibi, kristall tuzilishi va elektron holatiga qarab turli fizik-kimyoviy xossalarni namoyon qiladi.

Fulleridlarning eng ko‘p o‘rganilgan vakillari ishqoriy metallar bilan hosil qilingan birikmalardir. Jumladan, kaliy fulleridi K_3C_{60}, rubidiy fulleridi Rb_3C_{60} va seziy–fulleren tizimlari muhim ilmiy ahamiyatga ega.

Fulleren molekulasi elektronlarni qabul qilib, manfiy zaryadlangan zarrachaga aylanishi mumkin:

$$C_{60} + e^- \rightarrow C_{60}^-$$

Keyingi elektronlarning birikishi natijasida:

$$C_{60} + ne^- \rightarrow C_{60}^{n-}$$

Bu yerda n— qabul qilingan elektronlar soni. Hosil bo‘lgan zaryadlangan fulleren zarrachalari tegishli kristall muhitda kationlar bilan birgalikda fullerid birikmalarini hosil qilishi mumkin.

Fulleridlarning fizik xossalari.

Elektr o‘tkazuvchanligi. Fulleridlarning muhim fizik xususiyatlaridan biri elektr o‘tkazuvchanligidir. Sof C_{60} molekulyar kristalli odatda yarimo‘tkazgich yoki yomon elektr o‘tkazuvchi material sifatida tavsiflanadi. Ishqoriy metall atomlari fulleren kristalliga kiritilganda esa elektronlar C_{60} molekulalarining energetik sathlarini egallashi mumkin.

Natijada elektr o‘tkazuvchanlik metall miqdori va kristall tuzilishiga qarab sezilarli o‘zgaradi.

Masalan, K_3C_{60} birikmasi past haroratlarda o‘ta o‘tkazuvchanlik xususiyatini namoyon qiladi. Uning kritik harorati taxminan 19 K ni tashkil etadi.

O‘ta o‘tkazuvchanlik — materialning kritik haroratdan pastda elektr qarshiligi nolga tushadigan holatidir.

Magnit xossalari. Fulleridlarning magnit xususiyatlari elektronlarning spin holati va kristall panjaradagi o‘zaro ta’sirlarga bog‘liq.

- Ayrim fulleridlar paramagnit xususiyat ko‘rsatadi.

- Ba’zi tarkib va tuzilishlarda elektronlarning juftlashishi kuzatiladi.

- Elektronlar orasidagi kuchli o‘zaro ta’sirlar ayrim fulleridlarda magnit tartiblanish yoki boshqa murakkab elektron holatlarni yuzaga keltirishi mumkin.

Optik xossalari. Fulleridlarning optik xususiyatlari elektronlarning energiya sathlari orasidagi o‘tishlar bilan belgilanadi. Metall atomlari fulleren molekulalariga elektron berganda, yorug‘likni yutish spektri va optik javob o‘zgarishi mumkin.

Optik xususiyatlarni o‘rganishda ultrabinafsha-ko‘rinadigan spektroskopiya, infraqizil spektroskopiya, raman spektroskopiyasi usullardan foydalaniladi. Bu usullar elektron tuzilishidagi o‘zgarishlarni, molekulyar tebranishlarni va tarkibiy xususiyatlarni tahlil qilishga yordam beradi.

Fulleridlarning kimyoviy xossalari.

Oksidlanish-qaytarilish xususiyatlari. Fulleren molekulasi elektronlarni qabul qilishga moyil bo‘lgani sababli fulleridlarning kimyoviyxossalari elektron almashinish jarayonlari bilan chambarchas bog‘liq.

Qaytarilish jarayoni:

$$C_{60} + e^- \rightarrow C_{60}^-$$

Oksidlanish jarayoni esa, tegishli sharoitlarda:

$$C_{60}^- \rightarrow C_{60} + e^-$$

ko‘rinishida ifodalanadi.

Fulleridlarning reaksion qobiliyati tarkibiga, elektronlarning taqsimlanishiga va muhitga bog‘liq.Fulleren qafasidagi uglerod atomlari orasidagi bog‘lanishlar elektron zichligining o‘zgarishiga sezgirbo‘lgani sababli ayrim kimyoviy reaksiyalar osonlashishi yoki qiyinlashishi mumkin.

Shuni farqlash kerakki, fullerid hosil bo‘lishi bilan fulleren qafasining kimyoviy funksionallashtirilishibir xil jarayon emas. Metall fulleridlarida ko‘pincha elektron uzatilishi va kristall panjara hosil bo‘lishiasosiy rol o‘ynaydi, kovalent funksionallashtirishda esa uglerod qafasiga yangi kimyoviy bog‘lar kiritiladi.

Fulleridlar zamonaviy materialshunoslik va nanokimyoning muhim tadqiqot obyektlaridan hisoblanadi. *Asosiy qo‘llanish yo‘nalishlaridan o‘ta o‘tkazuvchi materiallar:* K_3C_{60} kabi birikmalar past haroratli o‘ta o‘tkazuvchanliknio‘rganishda qo‘llanadi. *Organik elektronika:* zaryad tashish va elektron tuzilish xususiyatlari tadqiq qilinadi. *Quyosh energetikasi:* fulleren hosilalari elektron akseptorlari sifatida organik fotovoltaikmateriallarda qo‘llanilishi mumkin. *Elektrokimyo:* qaytar elektron almashinish jarayonlari va zaryad tashish mexanizmlari o‘rganiladi. *Nanotexnologiya:* yangi elektr, optik va magnit xususiyatlarga ega materiallar ishlab chiqishdatadqiq qilinadi.

Bu yo‘nalishlarda amaliy qo‘llanish materialning kimyoviy barqarorligi, ishlab chiqarish qiymati vaishlash sharoitlariga bog‘liq.

Nazorat uchun savollari:

1. Uglerod nechta allotropiya hosil qiladi?
2. Uglerod nanomateriallarining xossalari nimaga bog‘liq?
3. Fullerenlar qanday tuzilgan?
4. Uglerodli nanotrubkalari qanday tuzilgan va ular necha xil bo‘ladi?

5. Uglerodli nanotrubkalari qanday mexanik va elektr xossaga ega?
6. Uglerodli nanotrubkalari qanday sohalarda ishlatiladi?

Asosiy xulosalar:

Fullerenlar va fulleridlar zamonaviy kimyoning muhim tadqiqot obyektlari bo‘lib, ular o‘ziga xos tuzilishi, elektron xossalari va amaliy ahamiyati bilan ajralib turadi. Fullerenlar uglerod atomlarining yopiq, qafassimon karkasidan tashkil topgan bo‘lib, ularning eng mashhur vakili C_{60} molekulasidir. Fulleridlar esa fullerenlarning metall atomlari yoki boshqa elektron donor komponentlar bilan o‘zaro ta’siri natijasida hosil bo‘ladigan birikmalardir. Ularning fizik-kimyoviy xossalari molekulyar tuzilishi, elektron taqsimoti va kristall panjarasiga bog‘liq.

Fullerenlar va fulleridlarning elektronlarni qabul qilish xususiyati, elektr o‘tkazuvchanligi hamda ayrim fulleridlarning supero‘tkazuvchanlik xossalari ularni nanomateriallar, elektronika, fotovoltaik qurilmalar va yangi funksional materiallar yaratishda istiqbolli obyektlarga aylantiradi. Shu sababli ushbu birikmalarning tuzilishi, olinishi, kimyoviy reaksiyalari va xossalarini chuqur o‘rganish fundamental kimyo hamda zamonaviy materialshunoslikning rivojlanishida muhim ahamiyat kasb etadi.

Adabiyotlar:

1. Muhammedov Q.S., Eshqulov F.R. Nanotexnologiya asoslari. Darslik. Samarqand: SamDU nashri, 2022, 224-b.

2. Кузнецов Н.Т., Новоторцев В.М., Жабрев В.А., Марголин В.И. Основы нанотехнологии. Учебник, Москва:Лаборатория знаний, 2023, - 397 с.

3. Baltayeva M.M. Nanokimyo. T.: Fan va texnologiyalar nashriyot matbaa uyi., 2021, -260 b.

4. Sultonov M.M. va boshqalar. Nanomateriallar va nanokompozitlar kimyosi. O‘quv qo‘llanma. T.: Zamin nashr, 2023, -160b.

Mavzu yuzasidan test savollari

1. Fullerenlar deb qanday moddalarga aytiladi?
A) Faqat metall atomlaridan tashkil topgan birikmalarga
B) Uglerod atomlaridan tashkil topgan yopiq sferik yoki boshqa yopiq shaklli klasterlarga
C) Uglerod va vodorodning barcha organik birikmalariga
D) Faqat grafitdan tashkil topgan moddalarga
2. Eng ko‘p o‘rganilgan fullerenlardan biri qaysi?

A) C_{20}
B) C_{36}
C) C_{60}
D) C_{100}
3. C_{60} fulleren molekulasi qanday geometrik tuzilishga ega?
A) Kub
B) Ikozaedr
C) Kesik ikosaedr
D) To‘g‘ri chiziqli zanjir
4. C_{60} fulleren molekulasida nechta uglerod atomi mavjud?
A) 20 ta B) 40 ta C) 60 ta D) 80 ta
5. C_{60} fulleren molekulasida nechta beshburchak va oltiburchak mavjud?
A) 10 ta beshburchak va 20 ta oltiburchak
B) 12 ta beshburchak va 20 ta oltiburchak
C) 12 ta beshburchak va 18 ta oltiburchak
D) 20 ta beshburchak va 12 ta oltiburchak
6. Fulleridlar deb qanday birikmalarga aytiladi?
A) Faqat uglerod oksidlariga
B) Fullerenlarning metall yoki boshqa elementlar bilan hosil qilgan birikmalariga, xususan, metall fulleridlarga
C) Uglerodning faqat amorf shakllariga
D) Faqat uglevodorodlarga
7. Kaliy C_{60} fulleren bilan birikib, K_3C_{60} hosil qilganda qanday xususiyat namoyon qilishi mumkin?
A) Supero‘tkazuvchanlik
B) Radioaktivlik
C) Faqat magnitlanish
D) Suvda cheksiz eruvchanlik
8. Fullerenlarning asosiy xususiyatlaridan biri qaysi?
A) Faqat ion bog‘lanishlardan tashkil topishi
B) Uglerod atomlarining yopiq karkas hosil qilishi
C) Barcha erituvchilarda yaxshi erishi
D) Har qanday sharoitda kimyoviy inert bo‘lishi
9. Fullerenlarning amaliy qo‘llanilish sohasi qaysi javobda to‘g‘ri ko‘rsatilgan?
A) Nanotexnologiya va elektronika
B) Tibbiy materiallar va dori yetkazib berish tizimlarini tadqiq etish
C) Quyosh elementlari va energiya materiallari
D) Barcha javoblar to‘g‘ri
10. Fullerenlarning metall atomlari bilan hosil qilgan birikmalarini o‘rganish nima uchun muhim?
A) Faqat ularning rangini aniqlash uchun
B) Elektron, magnit va boshqa fizik-kimyoviy xususiyatlarini o‘rganish uchun

C) Uglerod atomlarini butunlay yo‘qotish uchun
D) Fullerenlarni oddiy tuzga aylantirish uchun

Javoblar:

1B	5B
6B	7A
2C	8B
3C	9D
4C	10B

Qo‘shimcha test savollari:

1. Fullerenlar qaysi kimyoviy element atomlaridan tashkil topgan?
A) Kremniy B) Uglerod C) Oltingugurt D) Fosfor

2. C_{60} fulleren molekulasidagi uglerod atomlarining gibridlanish holati asosan qaysi?
A) sp B) sp^2 C) sp^3 D) sp^3d

3. Fullerenlar dastlab qaysi yilda kashf etilgan?
A) 1960-yilda B) 1975-yilda C) 1985-yilda D) 1995-yilda

4. C_{60} fulleren molekulasining shakli qaysi buyumga o‘xshaydi?
A) Futbol to‘piga B) Silindrga C) Tekis plastinkaga D) To‘g‘ri chiziqli zanjirga

5. Fulleren molekulasidagi uglerod atomlari o‘zaro qanday bog‘langan?
A) Metall bog‘ orqali B) Ion bog‘ orqali C) Kovalent bog‘lar orqali D) Faqat vodorod bog‘lari orqali

6. Metall fulleridlarga qaysi birikma misol bo‘la oladi?
A) NaCl B) K_3C_{60} C) H_2SO_4 D) $CaCO_3$

7. Ekzoedral fulleren hosilalarida qo‘shimcha atom yoki guruhlar qayerda joylashadi?
A) Fullerenning tashqi yuzasida B) Fulleren karkasining ichida C) Faqat uglerod atomlari o‘rnida D) Faqat erituvchi molekulalarida

8. Endoedral fullerenlar qanday tuzilishga ega?
A) Fulleren tashqi yuzasiga metall qoplangan bo‘ladi B) Fullerenning yopiq uglerod karkasi ichida atom yoki kichik klaster joylashadi C) Uglerod atomlari ochiq zanjir hosil qiladi D) Fulleren molekulasi faqat metall atomlaridan iborat bo‘ladi

9. Fullerenlarning elektron xossalari, asosan, nimaga bog‘liq?
A) Faqat molekulaning rangiga B) Elektron tuzilishi, molekulyar strukturasi va kimyoviy tarkibiga C) Faqat tashqi bosimga D) Faqat erituvchining hidiga

10. Fullerenlar va fulleridlarni o‘rganishda qaysi usullardan foydalanish mumkin?
A) Rentgen difraksiyasi B) Infraqizil spektroskopiya C) Raman spektroskopiyasi D) Barcha javoblar to‘g‘ri

Javoblar:

1B	6B
2B	7A
3C	8B
4A	9B
5C	10D

Mavzu bo’yicha taqdimotlar













6. Endoedral fullerenlar va ekzoedral hosilalar

Endoedral fullerenlar

- Atom yoki kichik klaster fullerenning yopiq karkasi ichida joylashadi.
- Ichki zarra va uglerod qobig'i o'rtasidagi elektron o'zaro ta'sirlar muhim.
- Belgilashga misol: M@C_{60}.

Ekzoedral hosilalar

- Atom yoki funksional guruh fullerenning tashqi yuzasiga birikadi.
- Eruvchanlik, kimyoviy faollik va biologik mosilkni o'zgartirish mumkin.
- Misollar: gidroksil yoki boshqa organik guruhli hosilalar.

"@" belgisi odatda ichki atom yoki klasterning fulleren karkasi ichida joylashganini ko'rsatadi.

Активация Windows
Чтобы активировать Windows, перейдите в раздел "Параметры".

7. Olish usullari va tahlil metodlari

Olish usullari

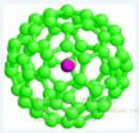
- Grafitni elektr yoyida bug'latish
- Uglevodorodlarni yonish yoki piroliz qilish
- Hosil bo'lgan aralashmadan fullerenlarni ajratish va tozalash

Tahlil metodlari

- Mass-spektrometriya — massa va tarkib
- Raman/IR spektroskopiyasi — tebranishlar
- Rentgen difraksiyasi — kristall tuzilish
- Elektron mikroskopiya — morfologiya

Tadqiqotda usul tanlash maqsadga bog'liq:

Molekula tarkibini aniqlash uchun — mass-spektrometriya
Bog'lanish va tebranishlarni o'rganish uchun — Raman yoki IR
Qattiq faza va kristall panjarani tekshirish uchun — rentgen difraksiyasi



8. Amaliy qo'llanilishi va istiqbollari

Elektronika

Organik elektronika, zaryad tashish va fotoelektrik materiallarni tadqiq etish.

Energetika

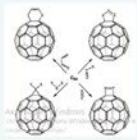
Quyosh elementlari va energiya saqlash materiallarida komponent sifatida o'rganiladi.

Biotibbiyot

Funksionallangan fullerenlar dori yetkazish va biologik ta'sir yo'nalishlarida tadqiq qilinadi.

Muhim cheklovlar

Xavfsizlik va toksiklikni har bir hosila uchun alohida baholash zarur.
Ishlab chiqarish narxi, tozalash va miqyosni kengaytirish muammolari mavjud.
Laboratoriya natijalarini amaliy qo'llashdan oldin qo'shimcha tekshiruvlar talab etiladi.



XULOSA

Fullerenlar — yopiq uglerod karkasiga ega molekulalar; C_{60} eng mashhur vakillardan biridir.

Fulleridlar, xususan metall fulleridlar, elektron va boshqa fizik xossalari bilan ajralib turadi.

Endoedral va ekzoedral hosilalar fullerenlarning tuzilishi hamda funksiyalarini o'zgartirish imkonini beradi.

Spektroskopiya va rentgen tahlili ularning tarkibi, tuzilishi va xossalarini o'rganishda muhim.

Активация Windows
Чтобы активировать Windows, перейдите в раздел "Параметры".

E'tiboringiz uchun rahmat!

Активация Windows
Чтобы активировать Windows, перейдите в раздел "Параметры".