



## Umumy okuw № 11

### **TEMA: Uglerodly nanogurluşlar.**

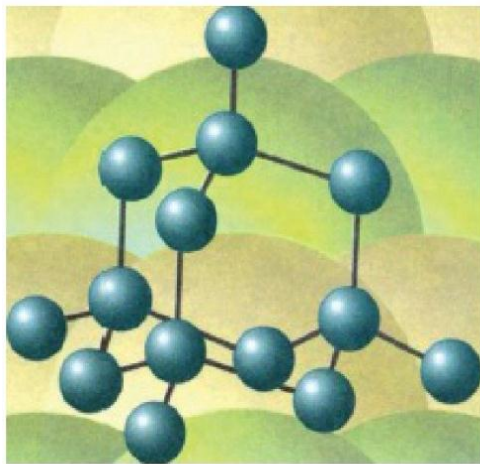
#### **Soraglar:**

- 1. Uglerodyň esasyndaky nanogurluşlar.**
- 2. Uglerod nanogurluşlaryň mehaniki häsiýetleri.**
- 3. Uglerod nanoturbajyklarynyň himiki häsýetleri.**

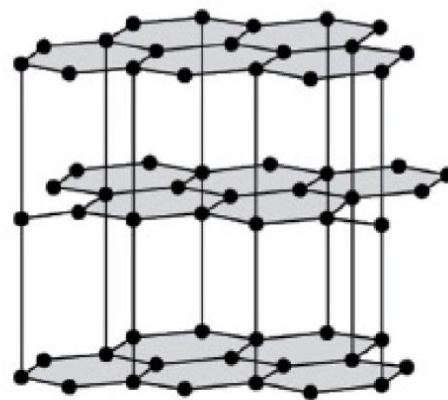
#### **1. Uglerodyň esasyndaky nanogurluşlar.**

Uglerod D.I.Mendeleyewiň elementleriň periodiki tablissasynyň IV toparyna (C, Si, Ge, Sn, Pb) degişli, şol sebäpden hem ol 4 walentlidir. Ol giňden ýaýran we janly tebigatyň esasy düzýär, emma onuň ýer gatlagynda düzümi 0,19%-dir. D.I.Mendeleyewiň aýdyşyna görä hiç bir elementde uglerodyňky ýaly çylşyrymlaşma ukyby ýokdur.

Bir himiki elementiň atomlarynyň biri-biri bilen dürli hili usulda birigip, dürli giňişlik gurluşlaryny emele getirmegine **ALLOTROPIÝA** diýilýär.



a



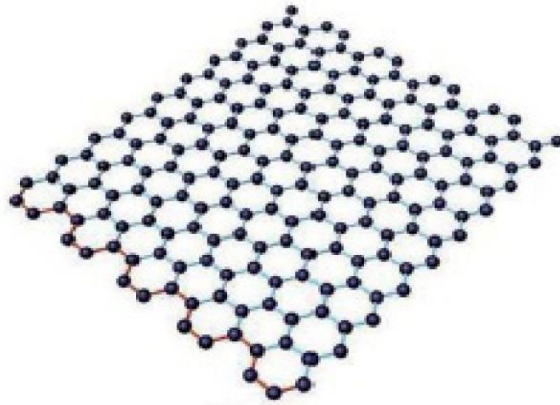
b

**Almazyň (a) we grafitiň (b) kristal gurluşlary.**

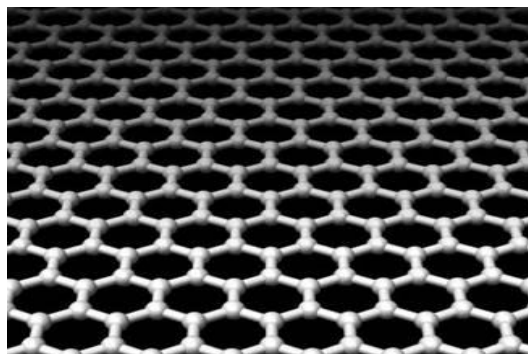


Uglerod doly derejede bu häsiýete eýedir. Dogrudan hem 4 sany allotropiki modifikasiýasy bar-almaz (aşakdaky a surat), grafit (aşakdaky b surat), karbin we fulleren. Soňky ýyllarda uglerodyň täze modifikasiýalary anyklanyldy: fullerenler, uglerod nanoturbajyklary, grafen. Olaryň aýratyn häsiýetleri hem nanotehnologiýada täze mümkinçilikleri açýar.

Almazda uglerod atomlarynyň 4 walent elektrony hem ýokary derejede berk kowalent baglanşygyny emele getirýär: C–C. Olary bölmek kyndyr. Şol sebäpli hem onuň geçiriji elektronlary ýokdur we ol dielektriklere degişlidir. Şol sebäpli hem ol gatylyga we ýokary ereme temperatura eýedir (3550°C).



**Grafeniň shematiki şekillendirilişi.**



**Iki ölçegli geksogonal gözenek görnüşdäki grafeniň modeli**



### **Grafitiň içinde biri-biriniň üstünde ýerleşen 3 list grafeniň shematiki şekillendirilişi.**

Uglerodyň ýene-de bir allotropiki görnüşi grafitdir. Ol ýumşak, gara jisim bolup, **GRAFEN TEKIZLIKLERI** diýip atlandyrylýan gatlaklardan gatlanandyr. Grafen tekizliginiň çäginde atomlar güýçli kowalent baglanşykda bolýarlar. Bu baglanşyklar iki ölçegli geksoagonal gözenegi emele getirýär, onuň esasynda bolsa dogry altyburçlyk ýatýar. Emma almazdan tapawutlylykda grafitde 3 elektron baglanşykda bolýar. Atomlaryň 4-nji elektrony erkindir. Bu grafit gatlaklaryň gowy geçirijiligini üpjün edýär (elektrik garşylygy-**0,00014 Om.sm**). Grafen tekizlikleriniň arasynda Wandaer-Waalsyň güýçleri bilen şertlendirilen gowşak dartylyma bardyr. Bu güýçleriň tebigaty položitel atomy bilen aragatnaşygyny düşündirýär. Onuň kulon meýdany we elektronlary bilen ekranirlenen bolmaly gatlaklaryň arasyndaky gowşak baglanşygyň olaryň çalt bölünmegine getirýär.

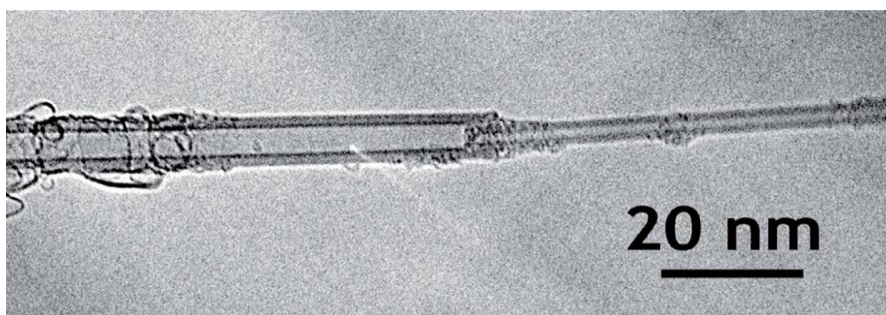
## **2. Uglerod nanogurluşlaryň mehaniki häsiýetleri.**

Uglerodyň atomlarynyň arasyndaky kowalent baglanşyk örän berkdir. Şol sebäpli uglerod gurlyşlarynyň arasyndaky kowalent sapaklaýyn (karbin gurlyşlar we uglerod nanoturbajyklar) hem örän berkdirler, ýagny uglerod gurlyşlaryndan taýýarlanan urgany (troşy) emeli hemradan ýere sallap, ol boýunça lifti hereket etdirip boljakdygy hasaplanyp görkezilendir. Şunuň ýaly-da uglerod gurlyşlar öz agramyna üzülmeýän urgan emele getirýän ýeke-täk materialdyr.



Nanoatom gurluşly uglerodnan düzülen biri biriniň içine salynan köp gatlakly uglerod nanoturbajyklar hem örän möhüm mehaniki häsiýetlere eýedirler. Olarda içki silindrler daşky silindrlere görä sürtülmesiz hereket etmäge ukyplydyrlar. Teleskopiki effekt doly öwrülişiklidir (gaýdymlydyr). İçki turbajygy birnäçe gezek salyp çykaryp bolýandyr. Şonda uglerod nanoturbajyklarda (UNT-larda) Wan-der Waals güýçlerinden we statiki hem-de dinamiki sürtülme güýçlerinden ybarat teleskopiki güýçler täsir edýärler. Şunda sürtülme güýçleri kiçi bolup, onuň bahasynyň  $10^{-14}$  nanoatom bahasynyň barlygy kesgitlenendir.

Aşakdaky suratda görkezilen nanoturbajykda geçirilen tejribeler sürtülme güýçleriniň wagta görä üýtgeşsiz galýandygyny görkezdi. Bu tejribe birnäçe nanomerte deň bolan dinamiki podşipnikleri taýýarlamaga mümkinçilik berýär.



### **Köp gatlakly uglerod nanoturbajyklaryň skanirleýji ýagtylyk mikroskopiýasy (SÝM) arkaly alnan şekili.**

Mundan başga-da olaryň mehaniki häsiýetleriniň elektrik häsiýetleri bilen ykjam baglanyşyklydygy kesgitlenendir. İçki silindr daşky silindre görä hereketlendirilende Ýokardaky suratda görkezilen ulgamyň garşylygy eksponensial kanun boýunça üýtgeýär:

$$R = R_0 \exp \left[ \frac{x}{L_0} \right]$$

Bu ýerde:  $L_0$ –turbajygyň häsiýetine bagly karakteristiki uzynlyk;

$R_0$ –turbalar biri biriniň içinde doly oturan halatyndaky garşylyk;

$x$ –çykarylýan turbanyň ýagdaýynyň üýtgeýän koordinaty.

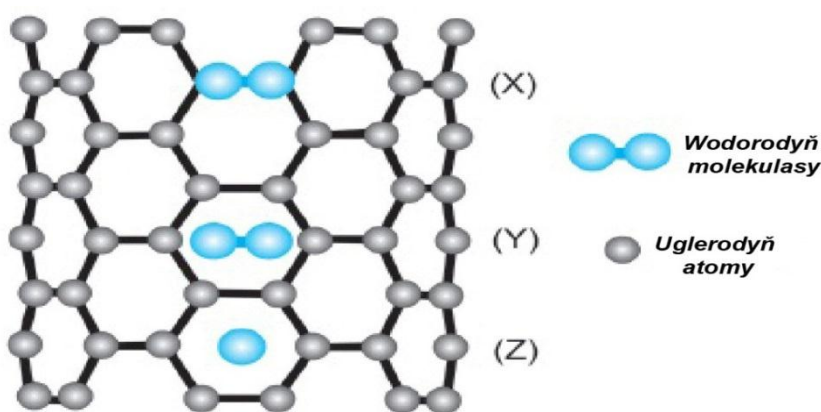
Garşylygy üýtgedip duýgurlygy ýokary bolan gozganmanyň we tizlenmäniň datçiklerini taýýarlap bolar. Şeýle-de turbajyklaryň häsiýetleriniň olaryň bükülmegine baglylygyna esaslanyp, deformasiýa datçiklerini ýasap bolýar.

### 3. Uglerod nanoturbajyklarynyň himiki häsiýetleri.

**ADSORBSIÝA**-diýip, bir maddanyň atomynyň ýa-da molekulasyň beýleki maddanyň üstüne siňdirilip saklanyp galmagyna aýdylýar. Eger adsorbirlenen madda siňen üsti bilen himiki baglanyşyk emele getirmeýän bolsa we üstde haýsydyr bolsa başga bir güýçler arkaly, mysal üçin elektrostatiği güýçler arkaly saklanýan bolsa bu hadysa **FIZIKI ADSORBSIÝA** diýilýär. Eger siňdirilýän madda üst bilen himiki baglanyşyk arkaly saklanýan bolsa bu hadysa **HEMOSORBSIÝA** diýilýär.

UNT-daky adsorbsiýanyň aýratynlygy turbajygyň elektron ýagdaýynyň we häsiýetiniň üýtgemegidir. Mysal üçin: kislorodyň adsorbsiýasy turbajygynyň geçirijiliginiň elektron geçirijilikden „**DEŞIKLI**“ geçirijilige geçmegine getirýär. Şonuň üçin adsorbsiýa hadysasyny dürli maddalaryň toplanýş derejesini görkezýän datçikleri-**hemosensory** döretmekde ulanyp bolýar.

Wodoroda geljegiň energiýa çeşmeleriniň biri hökmünde garalýar. Wodorod energetikasy boýunça ylmy barlag işleri ýokary derejede alnyp barylýarlar. Wodorody saklamak problemasy ör-boýuna galýar. Wodorody açyk gapda saklap bolmaýar, sebäbi ol ýeňil gaz, şeýle-de howanyň kislorody bilen täsirleşip suwy emele getirýär.



**Fiziki adsorbsiýada wodorodyň molekulasyň ýerleşişiniň üç görnüşi:**  
**X**–himiki baglanyşykly; **Y**–grafen tekizligine parallel, ýaçeýkanyň içinde;  
**Z**–turbajyga perpendikulýar.



Bu garyndy emele getirip bilýär. Wodorody saklamagyň bir usuly hökmünde onuň uglerodynyň dürli allotropiki formalarynyň adsorbsiýasyna seredip bolýar. Bu babatda täze uglerod materiallary bolan fullerenler we UNT-lar amatly hasaplanylýar. UNT-lar otag temperaturasynda hem özüne wodorody siňdirip saklamaga ukyplydyr. Ýokardaky suratda adsorbirlenen wodorodyň UNT-de ýerleşiş görnüşleri getirilendir. Wodorodyň grafen üst bilen himiki baglanyşygynyň ýokarydygy wodorodyň köp derejede turbajygyň defektlerinde adsorbirlenýändigini hem-de wodorodyň ýeterlik köp mukdarda adsorbirlenýändigini anyklady.



## Edebiyatlar:

1. Аналитическая просвечивающая электронная микроскопия, Синдо Д., Оикава Т.  
Техносфера, 2006.
2. Бахтизин Р.З. Голубые светодиоды // Соросовский образовательный урнал, 2001, т. 7, №3, С. 75-83.
3. Биргер И.А., Шорр Б.Ф., Иосилевич Г.Б. Расчет на прочность деталей машин // М.: Машиностроение, 1979. 702 с.
4. Валиев К.А., Кокин А.А. Квантовые компьютеры: надежды и реальность. Регулярная и хаотическая динамика(РХД) М.-Ижевск. 2001.
5. Введение в нанотехнологию. / Н. Кобаяси. Пер. с японск. М., БИНОМ. Лаборатория знаний, 2007.
6. Гаман В.И. Физика полупроводниковых приборов: Учебное пособие. Томск: Издательство томского университета, 1989. 360 с.
7. Демиховский В.Я. Квантовые ямы, нити, точки. Что это такое? // Соросовский образовательный урнал, №5, 1997.
8. Ершова О.В., Лозовик Ю.Е., Попов А.М.,