

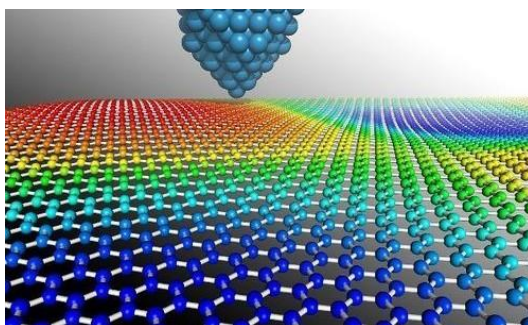
Дәріс 6

Көміртекті нанокұрылымдар: графендер, екі қатпарлы (двухслойный) графен. Графендердің кристалдық құрылымы

Дәрістің жоспары

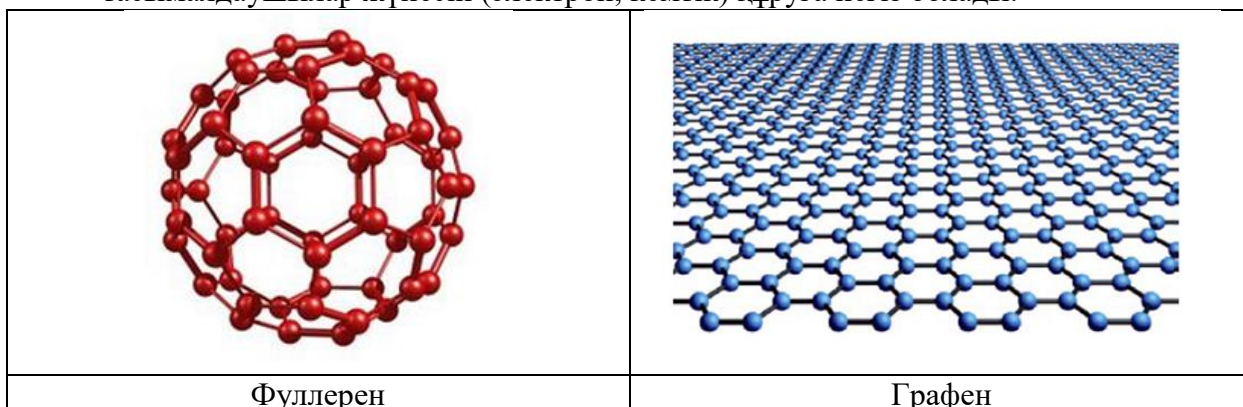
- 1 Графен
- 2 Графендердің кристалдық құрылымы
- 3 Графеннің зоналық диаграммасы

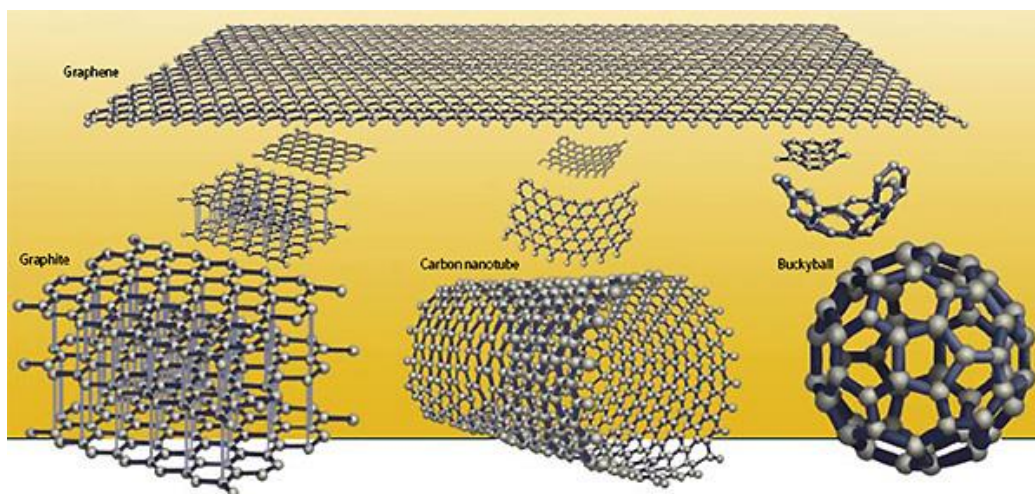
Графен – бұл кәдімгі алмаз бен графиттен ерекшеленетін көміртегінің жаңа формасы. Графен көміртегінің екі өлшемді модификациясы – қалыңдығы бір атом болатын көміртегі атомдарының қабаты. Бұл заттың қасиеттерінің теориялық зерттелінуі 1947 жылы басталған. Бірақ 2004 жылға дейін графенді ешкім ала алмады. Тәжірибе жасаушыларға басты бөгет графен пішінін тұрақтандыра алмаулары болды. Өзінің беттік энергиясын азайтуға ұмтылу салдарынан ол көміртегінің әр түрлі аллотроптық модификациялары – фуллерендер, нанотүтікшелер мен аморфты көміртегіне трансформацияланып оралады (мысалға рулонға оралған ватман бетін келтіруге болады, сіз оны жазған кезде оның қайта оралып қалуы сияқты). 2004 жылы [Андрей Гейм](#) және [Константин Новоселов](#) жетекшілік еткен Манчестер университеті мен Черноголовкадағы Микроэлектроника технологиясының проблемалары институтының бір топ ғалымдары графеннің сәтті тұрақталғанын жария етті.



Графеннің кристалдық құрылымы

- Суретте 60 немесе 70 көміртегі атомдарынан тұратын фуллерен молекуласының сфера түріндегі бейнесі берілген. Екінші суретте көміртегі атомдарынан құралған, гексагоналды торға ие графеннің кристалдық құрылымы көрсетілген.
- Көміртектің әр атомы 4 валентті байланыс құра алады. Оның үшеуі «ара тәріздес ұяны» құруға жұмсалады. Ал төртінші бос валенттік байланыс заряд тасымалдаушылар жүйесін (электрон, кемтік) құруға негіз болады.





Сурет 1 – Графеннің кристаллдық құрылымы

1-Суретте қарапайым шала өткізгіш пен графеннің зоналық құрылымы берілген. Сыртқы электр өрісі мен қоспалар жоқ кезде графеннің өткізгіштік және валенттік аумағы бір нүктеде тоғысады, нәтижесінде нөлдік масса ен нөлдік зарядқа ие эффективті бөлшек пайда болады. Осындай аумақтық құрылымға ие өткізгішті жартылай металл деп атайды.

2-суретте сыртқы электр өрісі әсер еткендегі графеннің аумақтық құрылымы берілген. Электр өрісінің мәнін өзгерту графен қабатындағы заряд тасымалдаушылардың концентрациясы мен таңбасының өзгеруіне алып келеді. Графеннің аумақтық құрылымын өзгерту графеннің электрлік кедергісінің бірнеше есе өзгеруіне ықпал етеды.

Қасиеттері

Графеннің әртүрлі салаларда таптырмайтын зат ретінде айрықша физикалық-химиялық қасиеттерге ие екені анықталды. Графен электр тогын мыс сияқты жақсы өткізеді. Мөлдірлігінің, жақсы электр өткізгіштігі мен иілгіштігінің үйлесімділігі оны сенсорлы дисплейлер мен күн батареялары үшін фотоэлементтер жасауда қолдануға болады деген ойға алып келді. Тәжірибелер барысында осыған ұқсас графен негізіндегі құрылғының барлық көрсеткіштері бойынша индий-қалайы тотығы (қысқаша ИТО) негізіндегі қазір қолданып жүрген құрылғыларға қарағанда жақсырақ екені дәлелденді.

Қолданылуы

- бұл сыйымдылығы өте үлкен 1 Ф және одан да көп ретті ионистор – конденсаторларының электродтарын жасауға арналған материал;
- графен негізінде газдың бір молекуласын да «сезе алатын» микрометрлік газ сенсорлары жасалында;
- графеннің көмегімен ғалымдар ДНК секвенирлеуін жасады; лазермен қиыстыруда
- графен қатерлі ісікті емдей алуы мүмкін. Қатерлі ісікті графен мен лазердің көмегімен емдеу әдісі ұсынылды. Графенді қолдануға байланысты жетістіктер әзірге жеке сипатқа ие екендігін атап өтеміз. Негізгі қиындықтар пішіні тұрақты, ауданы үлкен, жоғары сапалы, арзан графен беттерін синтездеуде туындайды.

Алу әдістері

- Механикалық әдіс;
- Химиялық әдіс;
- Газдық фазадан плазмохимиялық тұндыру (*PECVD*);
- Жоғары қысым мен температурада өсіру т.б.

Дәрісті бекіту сұрақтары:

- 1 Кристаллдың кристаллдық құрылымын, зоналық диаграммасын түсіндіріңіз.
- 2 Графеннің қасиеттері, қолдану аясын атаңыз.
- 3 Графенді алудың әдістерін атаңыз.

Әдебиеттер тізімі:

1. Алфимова, М.М. Занимательные нанотехнологии / М.М. Алфимова. - М.: Бином. Лаборатория знаний, 2015. - **823** с.
2. В.И. Марголин и др. Введение в нанотехнологию / В.И. Марголин и др. - М.: Лань, 2012. - 464 с.
3. Гусев, А. И. Наноматериалы, наноструктуры, нанотехнологии / А.И. Гусев. - М.: ФИЗМАТЛИТ, 2007. - 416 с.