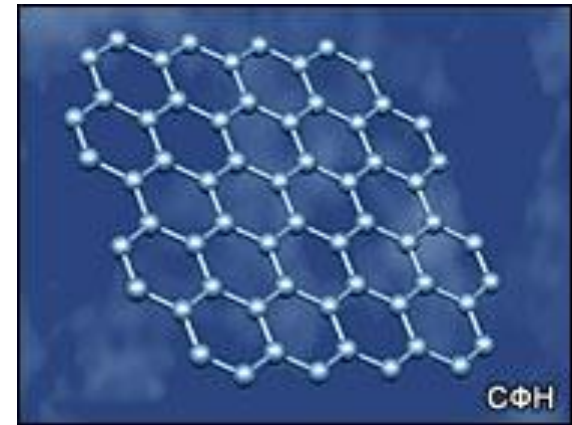


# ГРАФЕН

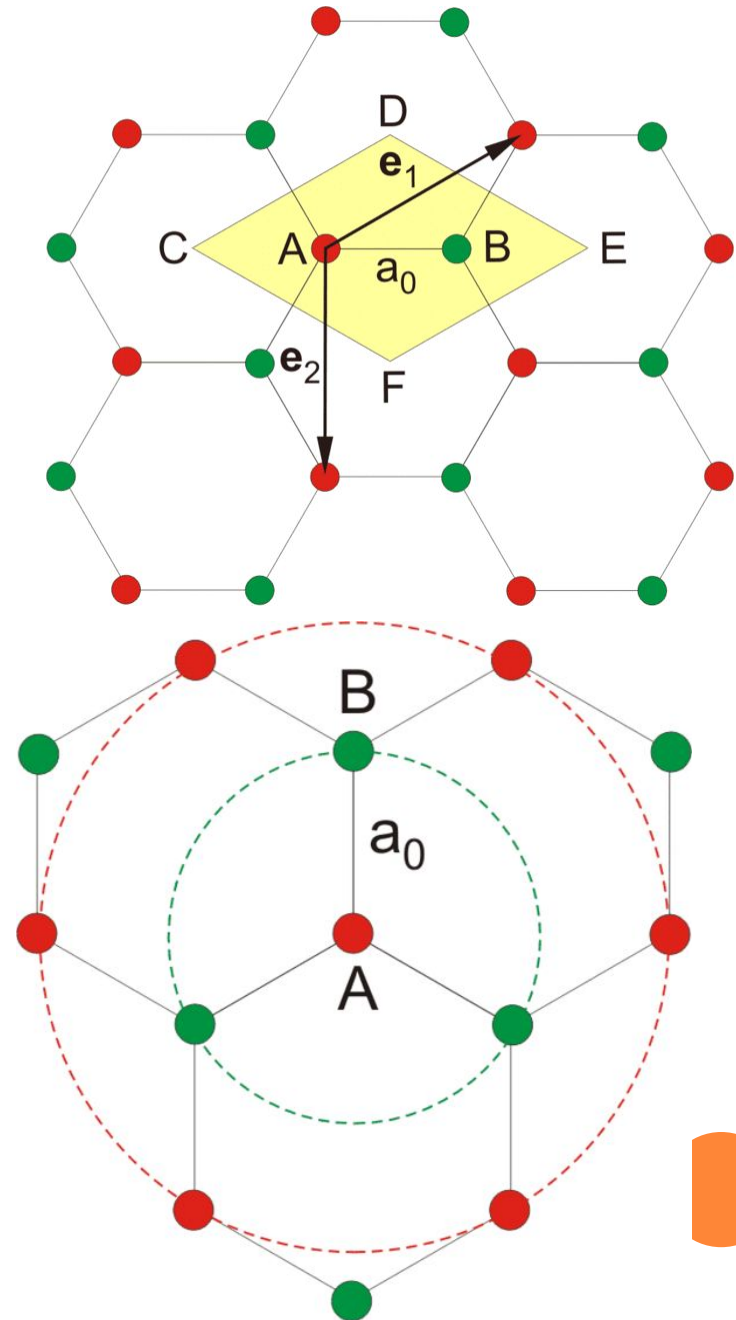
Підготував Шишлик Олег

*Графен (англ. graphene) - двовимірна алотропна модифікація вуглецю, утворена шаром атомів вуглецю завтовшки в один атом, що знаходяться в  $sp^2$ -гібридизації і сполучених за допомогою  $\sigma$ - і  $\pi$ -зв'язків в гексагональну двовимірну кристалічну решітку.*



## СТРУКТУРА

- Кристалічна решітка графена являє собою площину, що складається з шестикутних комірок, тобто є двовимірною гексагональною кристалічною ґраткою. В елементарній комірці кристала знаходяться два атоми, позначені А і В.



# МЕТОДИ ОТРИМАННЯ

▣ *Механічні (фізичні)*

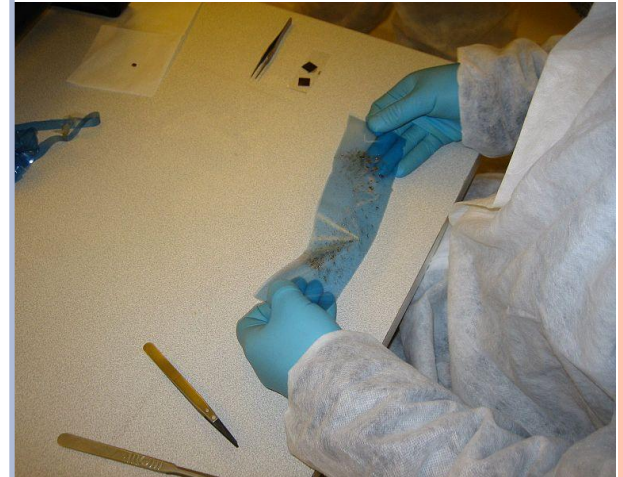
▣ *Хімічні*



# МЕХАНІЧНІ МЕТОДИ

## МЕТОД ЗРІЗАННЯ НАНОПЛІВОК

- При механічній дії на високоорієнтований піролітичний графіт можна отримати плівки графена аж до  $\sim 100$  мкм. Спочатку тонкі шари графіту поміщають між липкими стрічками і відщеплюють раз за разом тонкі плівки графіту, поки не буде отриманий досить тонкий шар (серед багатьох плівок можуть траплятися й одношарові). Після злушення, скотч з тонкими плівками графіту і графена притискають до підкладки окисленого кремнію. Таким чином можна отримати плівки порядку 1 нм товщини.



# МЕХАНІЧНІ МЕТОДИ

## МЕТОД ВІДТИСКУВАННЯ ПЛІВОК

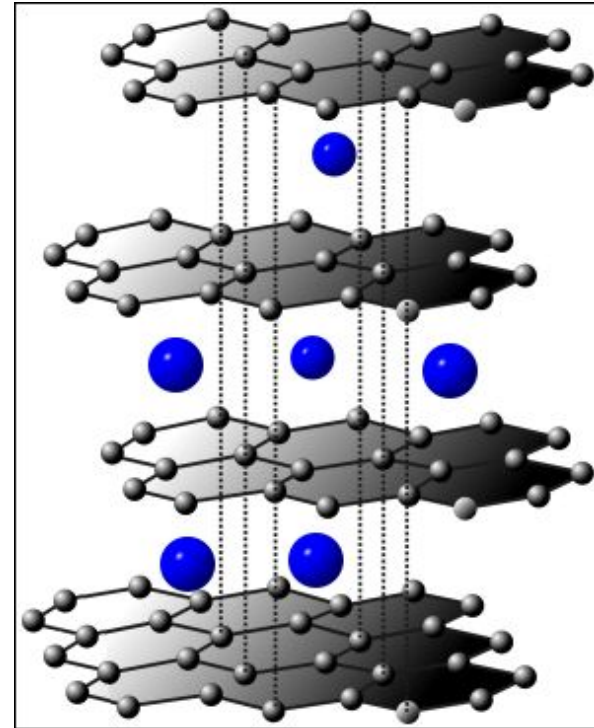
Метод полягає в тому, що окислену підкладку кремнію покривають епоксидним клеєм (шар товщиною  $\sim 10$  мкм) і тонку пластинку графіту притискають до клею за допомогою преса. Після видалення графітової пластинки за допомогою липкої стрічки на поверхні клею залишаються області з графеном і графітом. Таким чином можна отримати плівки товщиною  $0,16$  нм.



# МЕХАНІЧНІ МЕТОДИ

## МЕТОД РІДКО ФАЗНОГО РОЗШАРУВАННЯ ГРАФІТУ

- Графіт, або оксид графіту вносять в розчинник(вода + пар, толуол), та під дією ультразвуку відбувається його лущення на полі та моношари, потім цю суміш центрифугують та відділяють моношари.

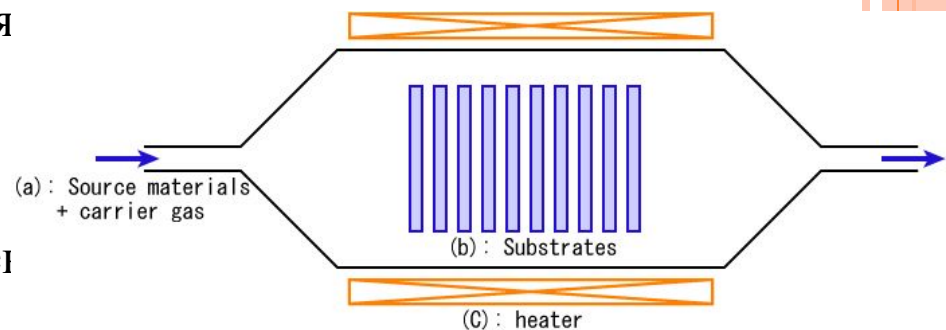
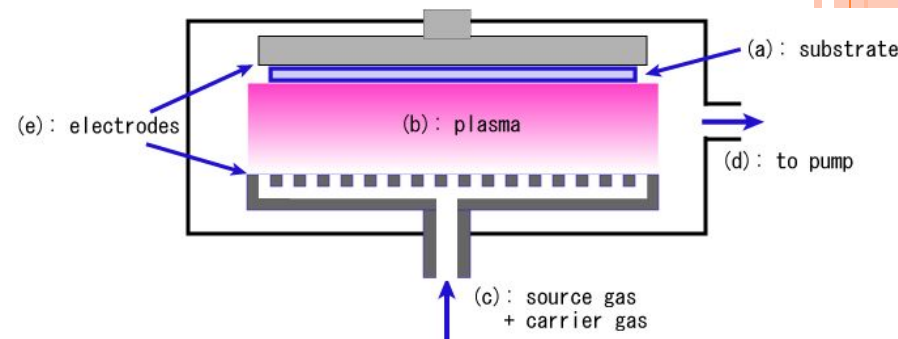


# ХІМІЧНІ МЕТОДИ

## ХІМІЧНЕ ОСАДЖЕННЯ З ПАРОВОЇ ФАЗИ

### Хімічне осадження з парової фази

(CVD) являє собою хімічний процес, використовується для виробництва високочистих твердих матеріалів. Процес часто використовується в напівпровідниковій промисловості для отримання тонких плівок. У типовому процесі CVD, пластина (підкладка) піддається впливу одного або більше летких реагентів, які реагують і/або розкладаються на поверхні підкладки. Особливо важливого значення має нанесення графену на шар SiC.





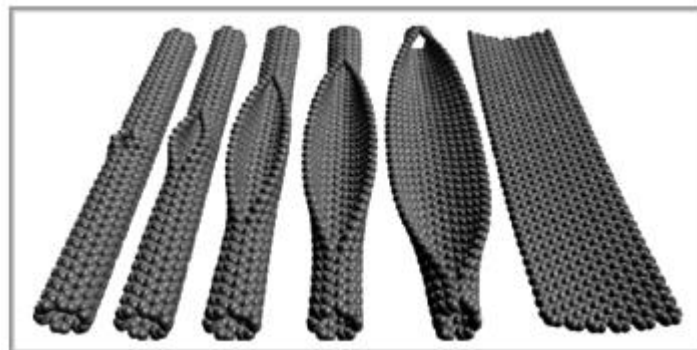
## ХІМІЧНІ МЕТОДИ

Для початку мікрочастинки графіту піддаються дії суміші сірчаної та азотної кислот. Графіт окислюється, і на краях зразка з'являються карбоксильні групи графена. Їх перетворюють на хлориди за допомогою тіонілхлориду. Потім під дією октадециламіну в розчинах тетрагідрофурану, тетрахлорметану і дихлоретан вони переходять в графенові шари товщиною 0,54 нм.



# ХІМІЧНІ МЕТОДИ

## МЕТОД РОЗГОРТАННЯ НАНОТРУБОК



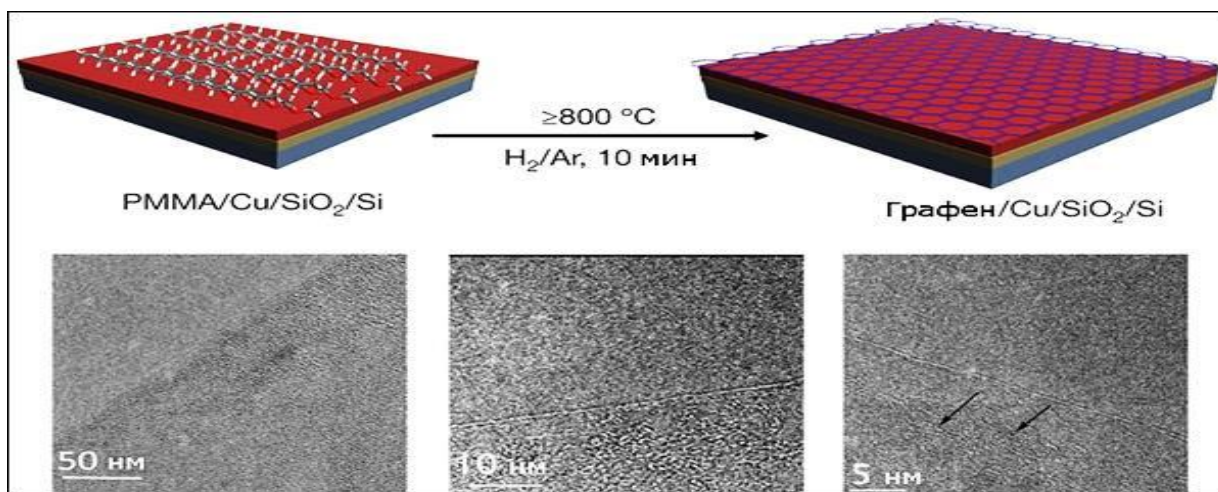
Для отримання графенових смуг (ribbons) використали багат шарові нанотрубки діаметром 40-80 нм, які протягом години піддавали дії розчину перманганату калію в концентрованої сірчаної кислоти при кімнатній температурі. Зв'язок після настільки «жорсткої» хімічної атаки рветься, утворюючи при цьому дві групи, між якими виникає розрив у структурі нанотрубки. Потім трубка починає «розходитися» в протилежних напрямках (вчені назвали це «розстібання блискавки»), і виходить смужка.

Запропонований хімічний метод «розстібання» нанотрубок, стінки яких складаються з 15-20 шарів, дає графенові смужки шириною до 4 мікрон і довжиною 100-500 мкм.

# ХІМІЧНІ МЕТОДИ

## МЕТОД РОЗКЛАДУ РЕЧОВИНИ

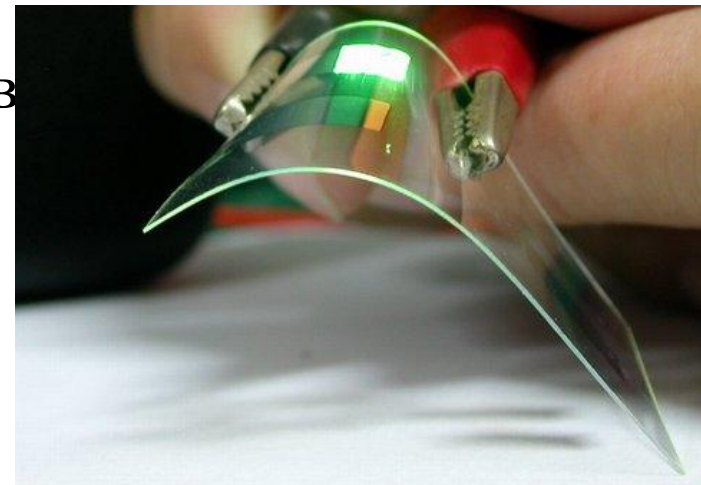
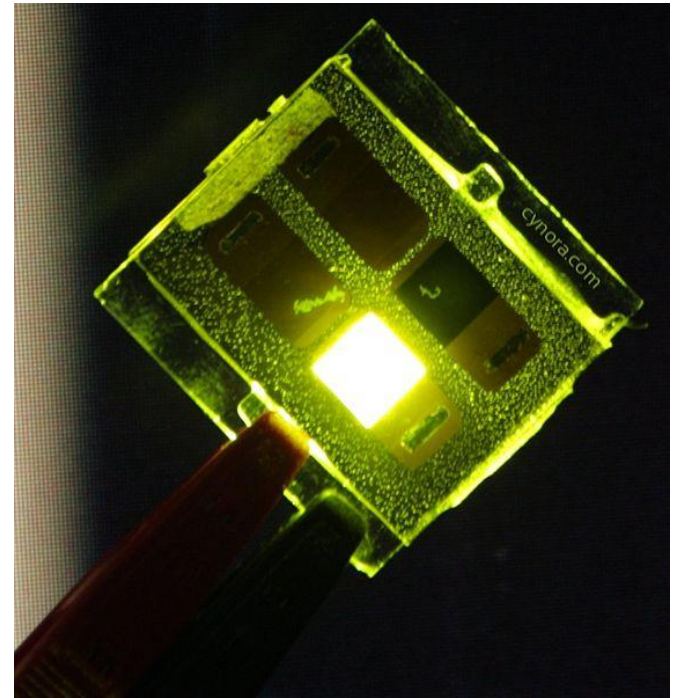
- Застосування цієї методики дозволило виготовити досить великі екземпляри зразків графену, що має різну кількість шарів, при температурі, що не перевищує 800 градусів за Цельсієм. Весь процес по вирощуванню легованого графену, за твердженням вчених, легко модифікується і проходить досить швидко.



# ЗАСТОСУВАННЯ ГРАФЕНУ

## ПОКРИТТЯ ДЛЯ ДИСЛЕІВ

- Прозорі провідні покриття широко використовуються в електронних пристроях, таких як сенсорний екран дисплеїв, електронного паперу (електронний папір) і органічних світловипромінювальних діодів (OLED) і вимагають низького опору листа з високим коефіцієнтом пропускання (понад 90%).



# ЗАСТОСУВАННЯ ГРАФЕНУ

## ВИСОКОЧАСТОТНІ ТРАНЗИСТОРИ

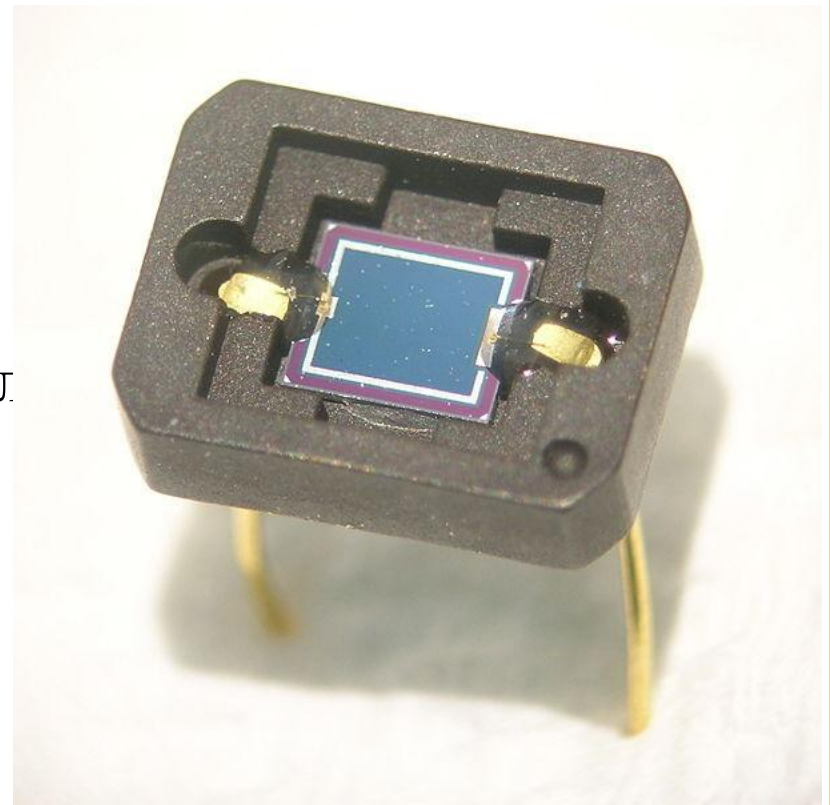
- У березні 2006 року група дослідників з технологічного інституту штату Джорджія заявила, що ними був отриманий польовий транзистор на графені, а також квантово-інтерференційний прилад. Дослідники вважають, що завдяки їх досягненням незабаром з'явиться новий клас графенової наноелектроніки з базовою товщиною транзисторів до 10 нм. Цей транзистор володіє великим струмом витоку, тобто не можна розділити два стани із закритим і відкритим каналом.



# ЗАСТОСУВАННЯ ГРАФЕНУ

## ФОТОДЕТЕКТОРИ

- Графенові фотоприймачів є в даний час однією з найбільш цікавих тем для вивчення. На відміну від напівпровідникових фотоприймачів, які обмежені в своїй роботі шириною спектру поглинання, графен може бути для широкого спектру від ультрафіолетового до інфрачервоного.



# ЗАСТОСУВАННЯ ГРАФЕНУ

## СЕНСОРИ

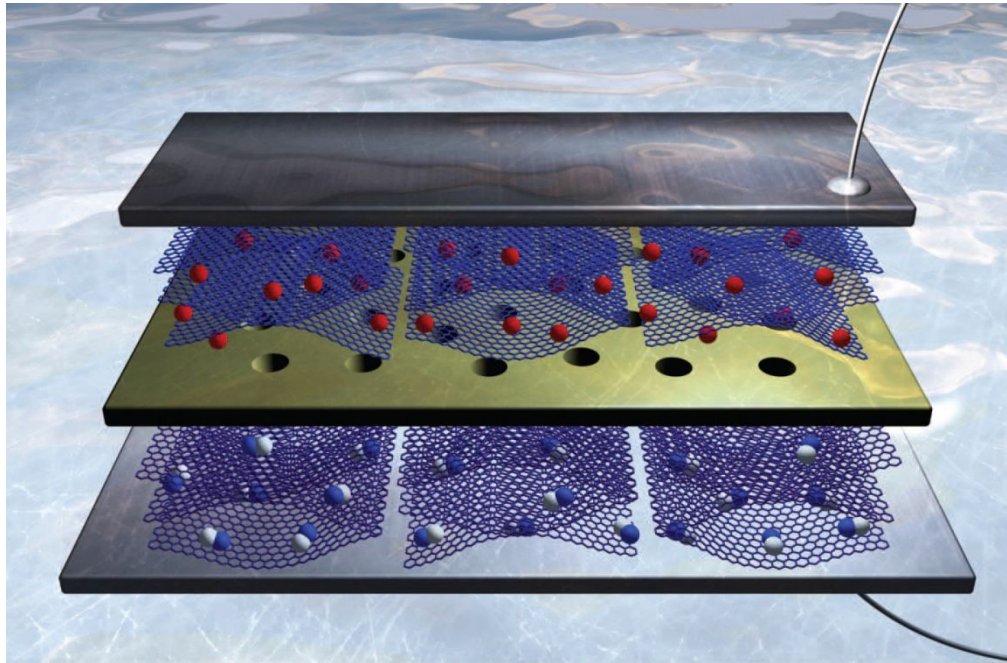
Інша область застосування запропонована в статті і полягає у використанні графена в якості дуже чутливого сенсора для виявлення окремих молекул хімічних речовин, приєднаних до поверхні плівки.





# ЗАСТОСУВАННЯ ГРАФЕНУ СУПЕРКОНДЕНСАТОРИ

- Ще одна перспективна область застосування графена - його використання для виготовлення електродів в іоністор (суперконденсаторах).





# ЗАСТОСУВАННЯ ГРАФЕНУ В БІОЛОГІЇ

- Транспорт ліків від раку через ліпідну мембрану
- Візуалізація біомолеку

