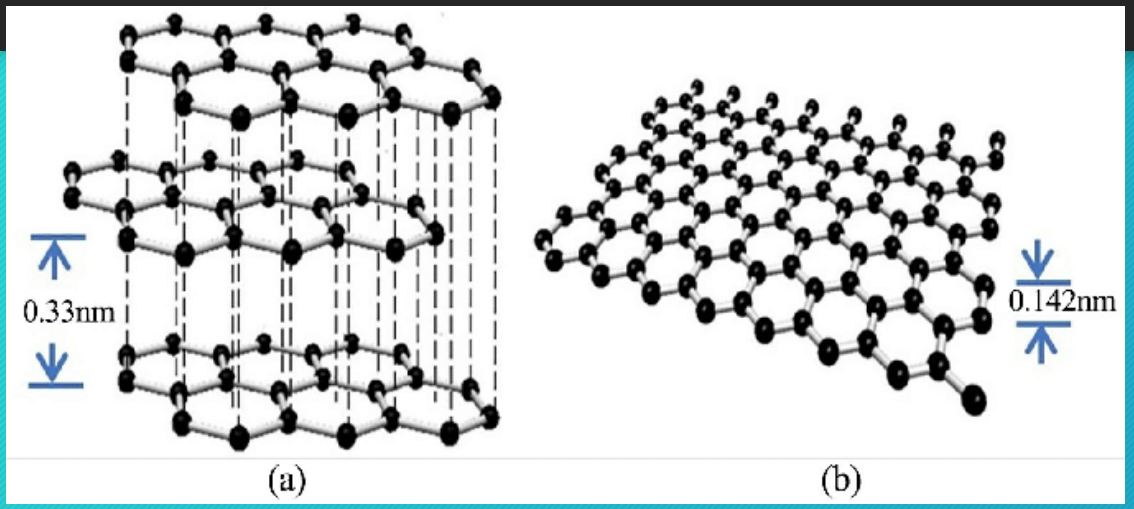
نانو ساختارهای خاص

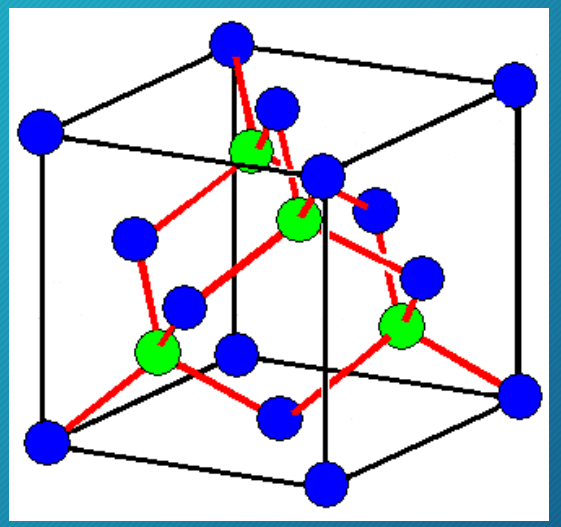
نانومواد کربنی



- حالتهای مختلف کربن:

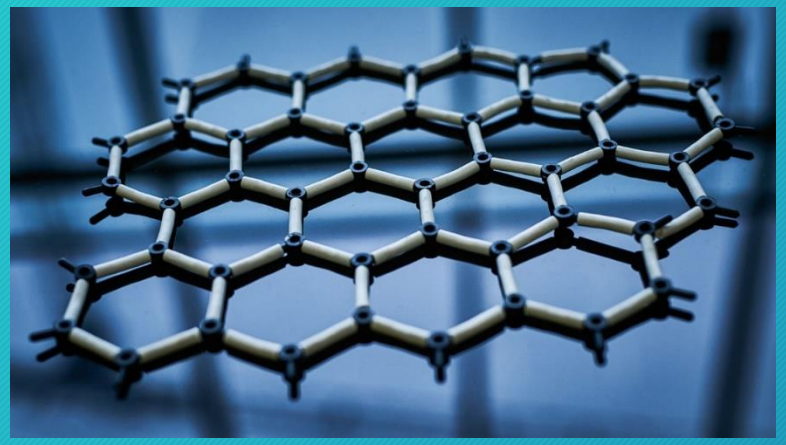
الف) گرافیت

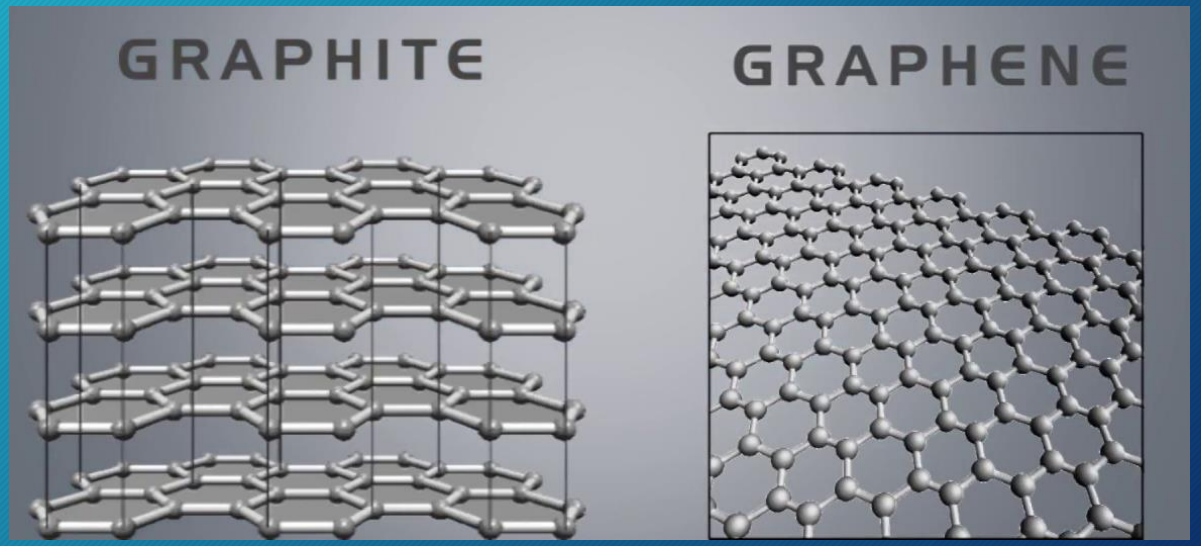
ب) الماس



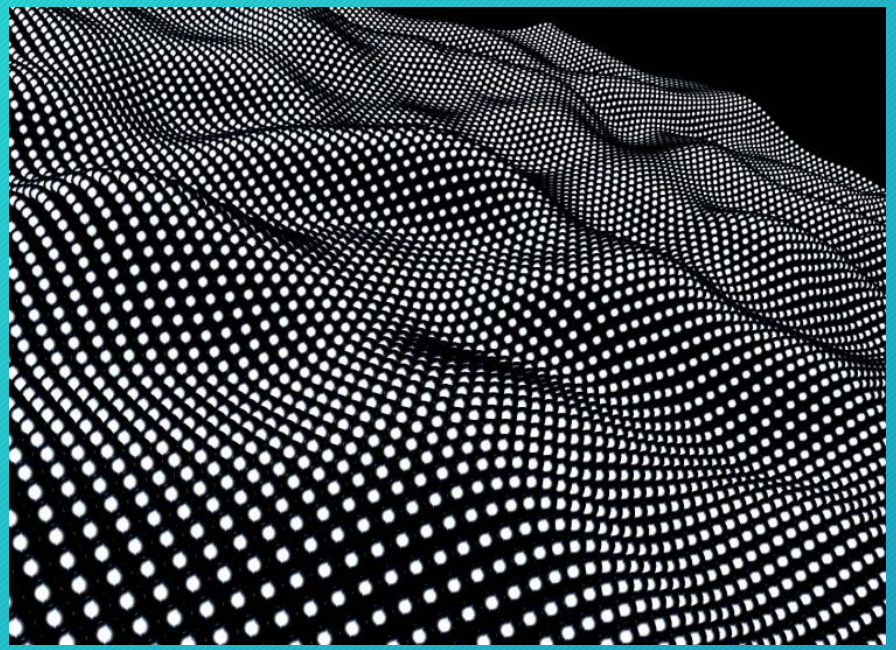
ج) گرافن

- گرافن (graphene) یک لایه اتم کربن با ضخامت یک اتم است که در یک شبکه شش ضلعی مرتب شده است. این ترکیب ماده اصلی سازنده گرافیت است.
- این ماده سازنده سایر مواد گرافیتی است. از آنجا که قطر اتم کربن معمولی حدود ۰,۳۳ نانومتر است، حدود ۳ میلیون لایه گرافن در ۱ میلی متر گرافیت وجود دارد.

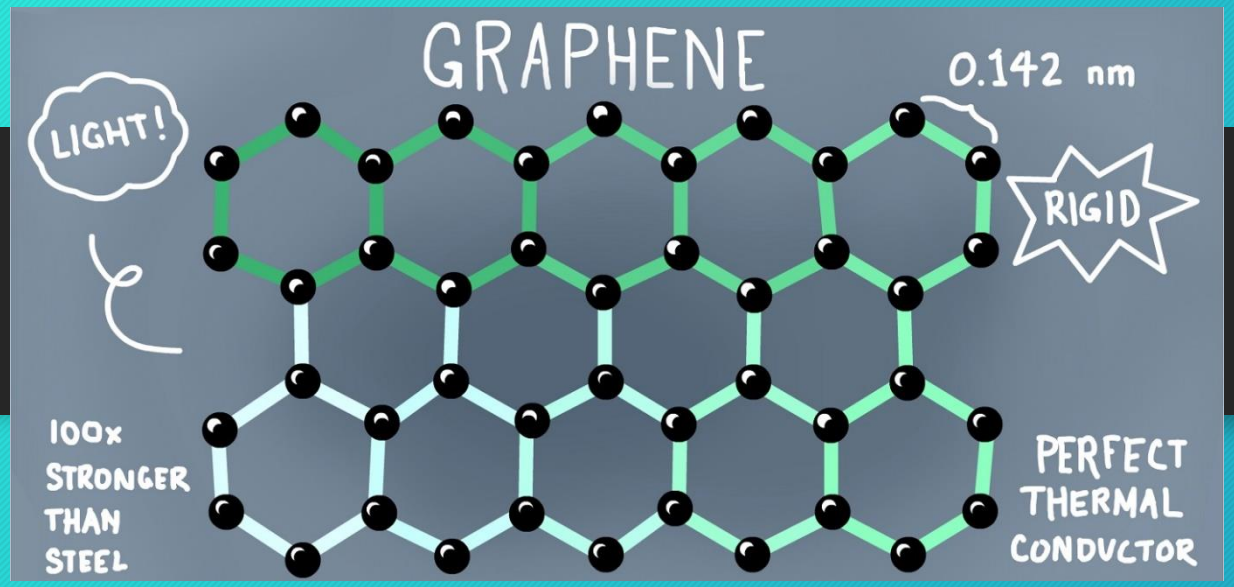




- گرافن آخرین دسته از دگرشکل‌های کربن است که کشف شد (سال۲۰۰۴).
- نوبل فیزیک سال ۲۰۱۰ نیز به کشف‌کنندگان این نانوساختار با اهمیت تعلق گرفت.
- دلیل کشف دیرهنگام این ساختار این بود که محققان اعلام کرده بودند که ساختاری از کربن که دارای یک صفحه صاف و مسطح باشد از لحاظ انرژی اصلا پایدار نخواهد بود و ایجاد نخواهد شد.
- اما بعدا دیده شد که در سطح گرافن اعوجاج‌های فراوانی (در اثر نوسانات دمایی) وجود دارد و وجود این اعوجاج‌ها مشکل عدم پایداری را رفع می‌کند.



وجود اعوجاج ذاتی بر روی صفحه گرافنی

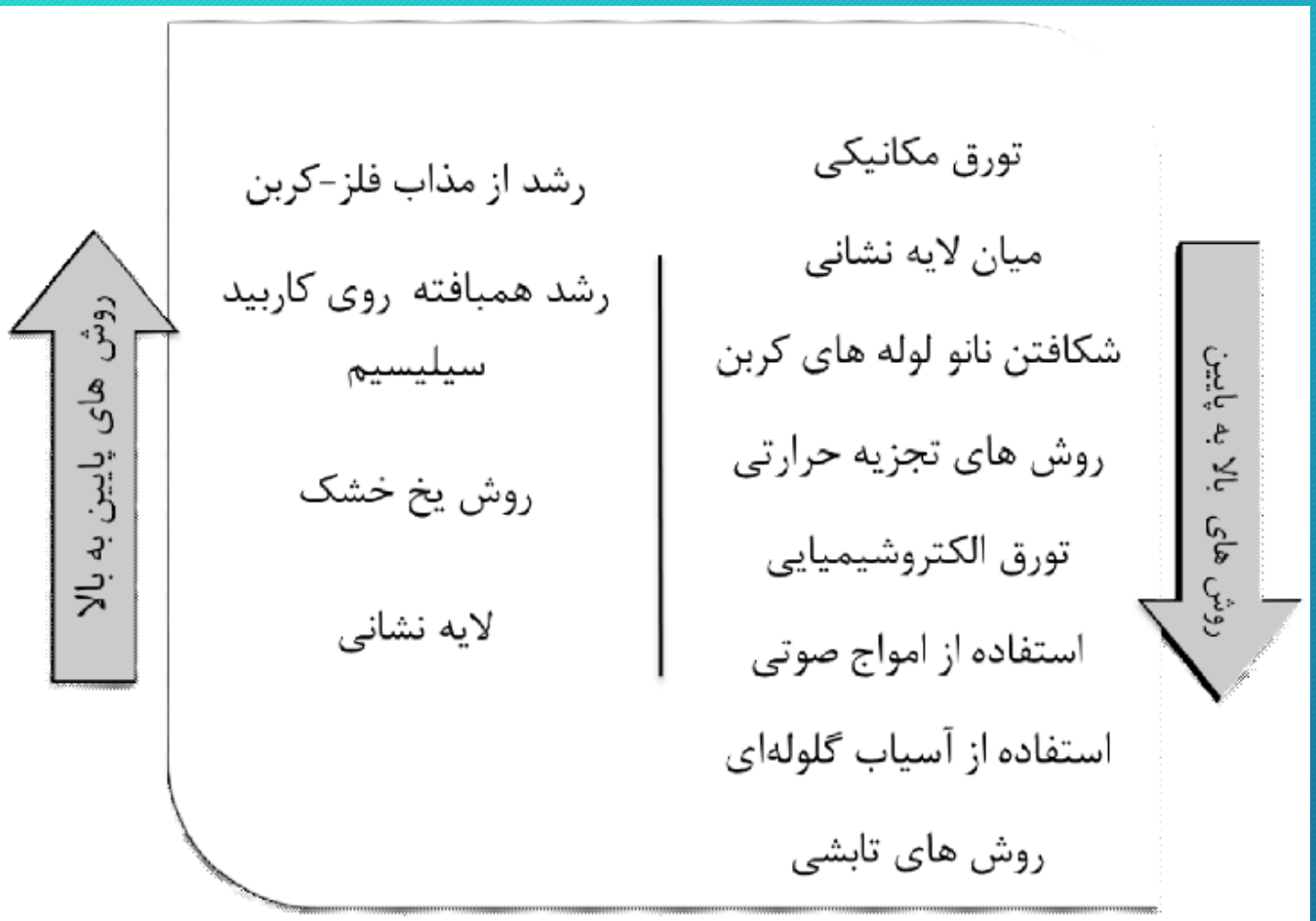


ویژگیها:

- نازکترین ماده شناخته شده با ضخامت یک اتم
- فوق العاده مستحکم است (حدود ۲۰۰ برابر قوی تر از فولاد)
- گرافن رسانای بسیار خوبی برای گرما و الکتریسیته است و توانایی جذب نور جالبی دارد.
- گرافن سخت تر از الماس و در عین حال انعطاف پذیرتر از لاستیک است.
- در واقع گرافن قوی ترین ماده شناخته شده است.
- تحرک بالای الکترون های آن که ۱۰۰ برابر سریعتر از سیلیکون هستند
- این ماده گرما را ۲ برابر بهتر از الماس هدایت می کند.
- رسانایی الکتریکی آن ۱۳ برابر بهتر از مس است و فقط ۲,۳٪ از نور بازتابنده را جذب می کند. شفافیت گرافن همچنین باعث خواص نوری منحصربه فرد برای یک تک لایه اتمی شده است.

روشهای تولید گرافن

- لایه برداری الکتروشیمیایی گرافیت و تولید مستقیم گرافن
- تولید گرافن از اکسیدگرافیت
- ورقه‌های اکسید گرافن احیا نشده
- اکسید گرافن احیا شده
- تولید گرافن از مشتقات دیگر گرافیت

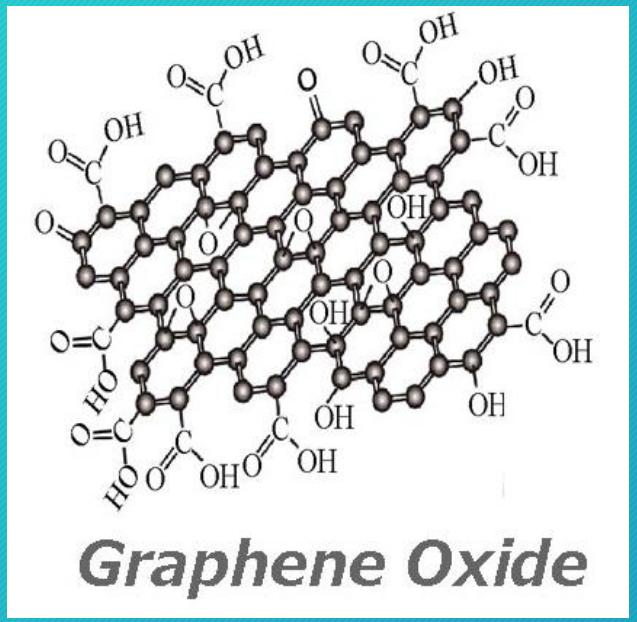


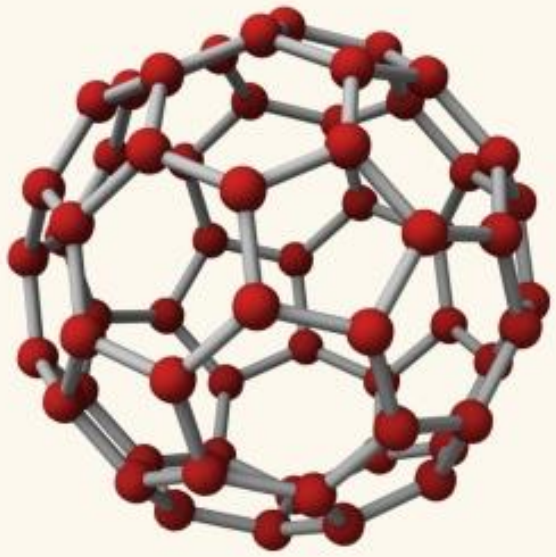
کاربردهای گرافن

- پوششهای محافظ در برابر خوردگی، خستگی و سایش و خراش
- پوششهای مقاوم در برابر شعله و احتراق به سبب پایداری حرارتی بالا
- خواص آنتی باکتریال و سازگاری با بافت ها و دارو سازی؛
- کاربرد در زیست حسگرها، حسگرهای گازی، حسگرهای شیمیایی؛
- کاربرد الکتروکاتالیست؛
- کاربرد در مبدلهای الکتروشیمیایی انرژی به سبب خواصی نظیر ابررسانایی، مساحت سطحی زیاد، تلورانس شیمیایی و شفافیت بالا؛
- مواد جاذب به واسطه ساختار دو بعدی و مساحت سطح ویژه بالایی گرافن و ترکیبات آن؛
- مواد کامپوزیتی بر اساس گرافن با مقاومت بالا و وزن کم قابلیت استفاده در ماهواره و صنعت هوافضا و رایانه
- و غیره

مباحث تکمیلی:

- روشهای تولید گرافن
- کاربردهای گرافن
- باتری ها، ترانزیستور، تراشه های رایانه ای، تولید انرژی، ابرخازنها، فیلترهای آب، آنتن ها، صفحه های لمسی برای نمایشگرهای LCD یا OLED، سلول های خورشیدی
- اکسید گرافن چیست؟

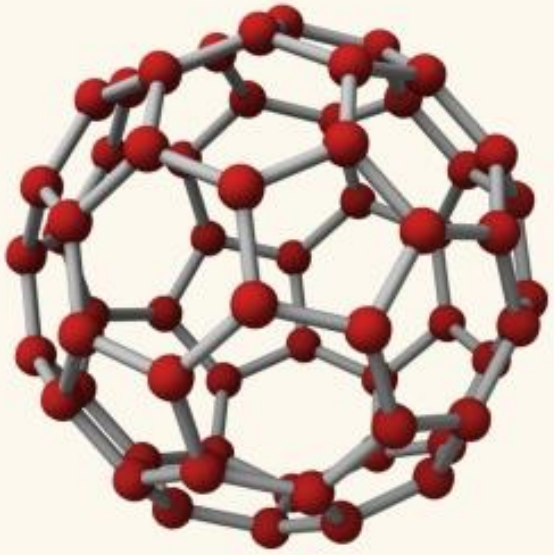




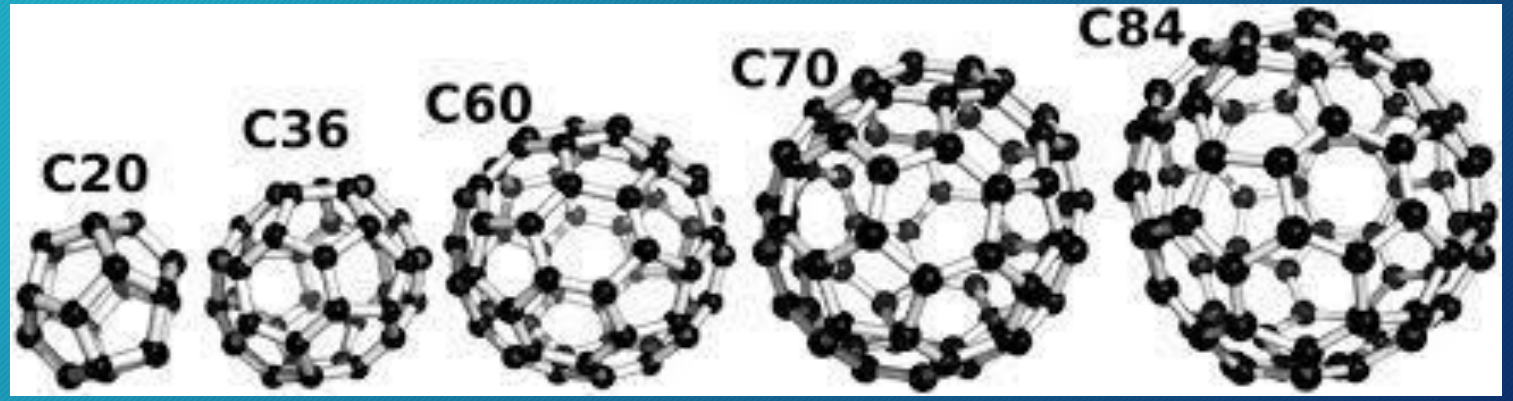
د) باکی بال ها (buckyball or fullerene)

- ساختارهای کربنی گلوله ای شکل و توخالی
- اکی بال نیز تصادفی کشف شد . در سال ۱۹۸۵ شیمیدان آمریکایی "ریچارد اسمالی" و شیمیدان انگلیسی "کروتو" باکی بال را کشف کردند
- نام "باک مینستر فولرن" به عنوان اسم اصلی و استاندارد این مولکول پذیرفته شد . این واژه از نام "**باک مینستر فولر**" معمار آمریکایی که طراح گنبد های ژئودزیک بود گرفته شده است . اما از آنجا که به کار بردن این اسم کمی دشوار بود و نیز ساختار اتمی آن شبیه یک توپ فوتبال بود از اسم باکی بال استفاده شد.

R. Buckminster Fuller



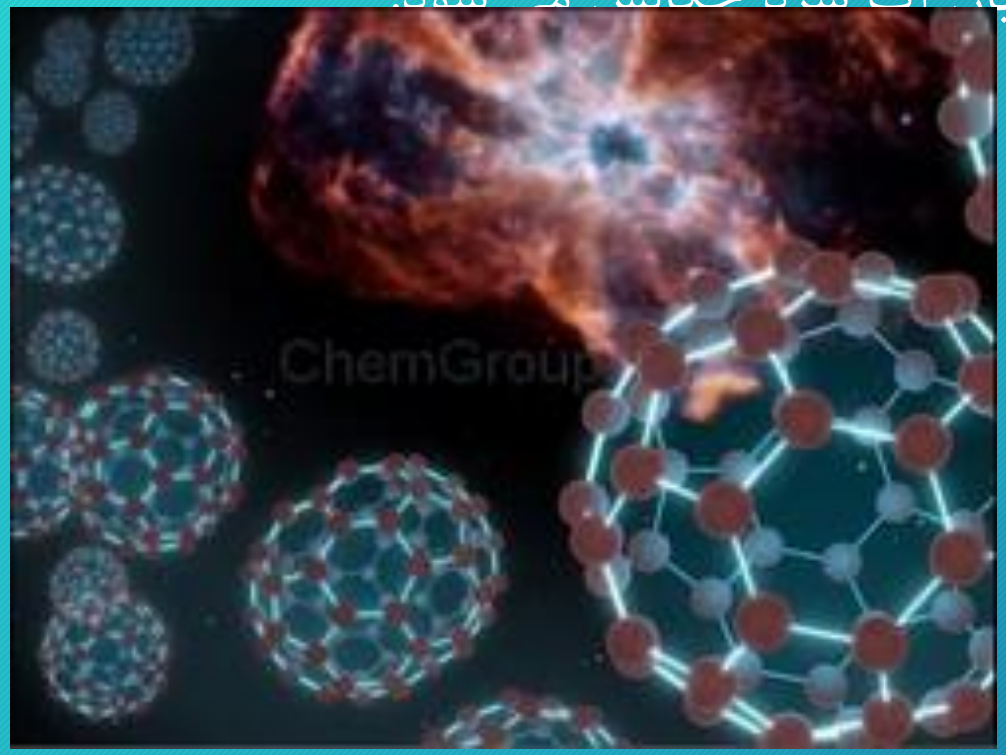
- معروفترین: C60 (فولرین fullerene)
- هر اتم سه پیوند غیر یکسان دارد
- C60 دارای ۲۰ شش ضلعی و ۱۲ پنج ضلعی است



خواص مولکول‌های باکی بال

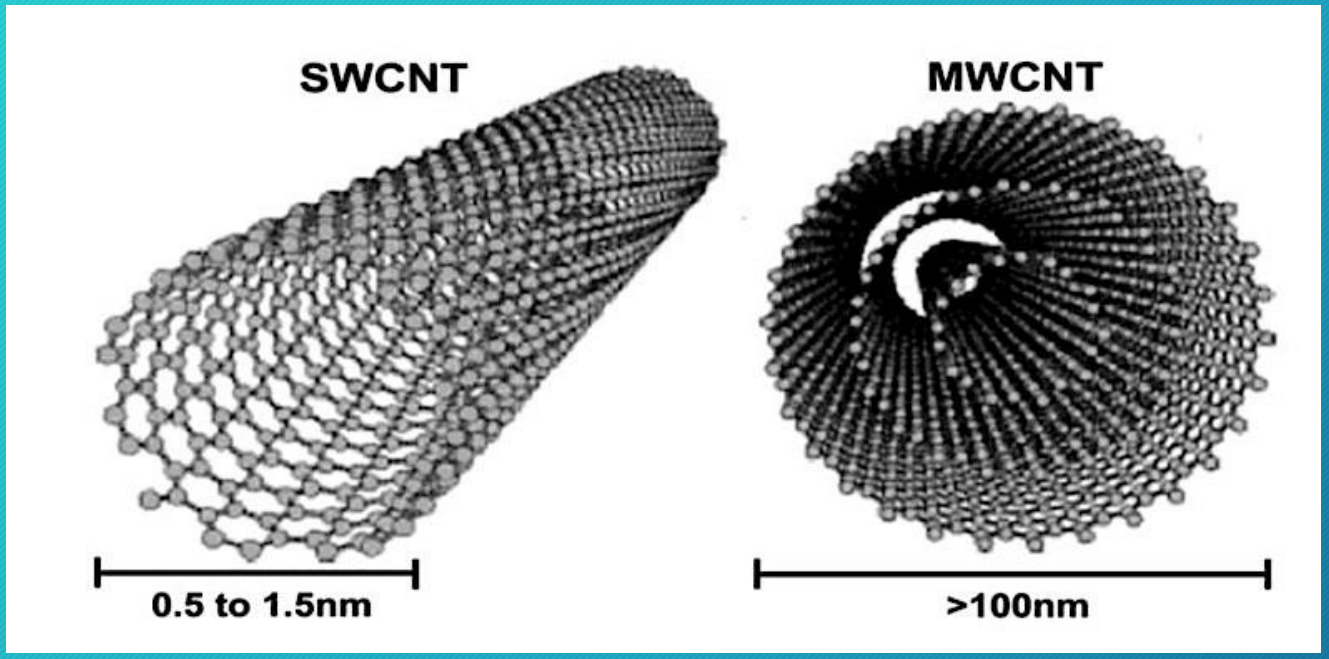
- مولکول فولرن می‌تواند تحت شرایط خاص به عنوان نیمه‌رسانان، رسانا و فوق‌رسانا عمل کند.
- فولرن‌ها دارای خواص فوتوکرومیک هستند و به عبارتی عبور نور از آن‌ها بسته به شدت نور، تغییر می‌کند.
- قابلیت ترکیب‌شدن با انواع زیادی از مواد گوناگون، از جمله توانایی جاسازی مولکول‌های دیگر در درون آن و امکان جذب رادیکال‌های آزاد
- فولرن‌ها مولکول‌هایی نسبتاً بی‌خطر و خنثی هستند، با این وجود، خواصی دارند که امکان تولید مشتقات فعال از آن‌ها را فراهم می‌کند.

- با استفاده از تخلیه قوس الکتریکی بین دو الکترود گرافیتی در فشار 200tor از گاز هلیوم
- دوده و فولرین تشکیل می شود و روی دیواره با جریان آب سرد جگالش می شود.



ه) نانولوله کربنی (carbon nano tube- CNT)

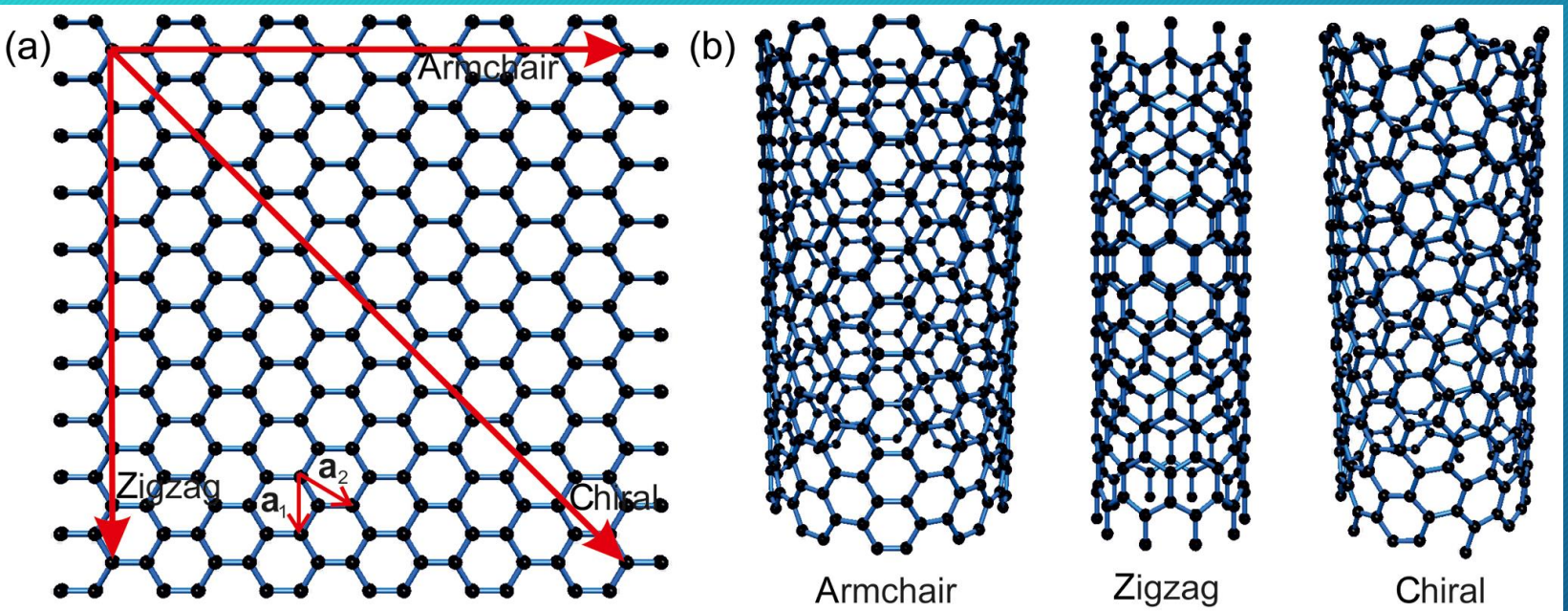
- ملکولهای استوانه ای شکل با انتهای باز یا بسته هستند.
- از ورقه های گرافن تشکیل شده اند.

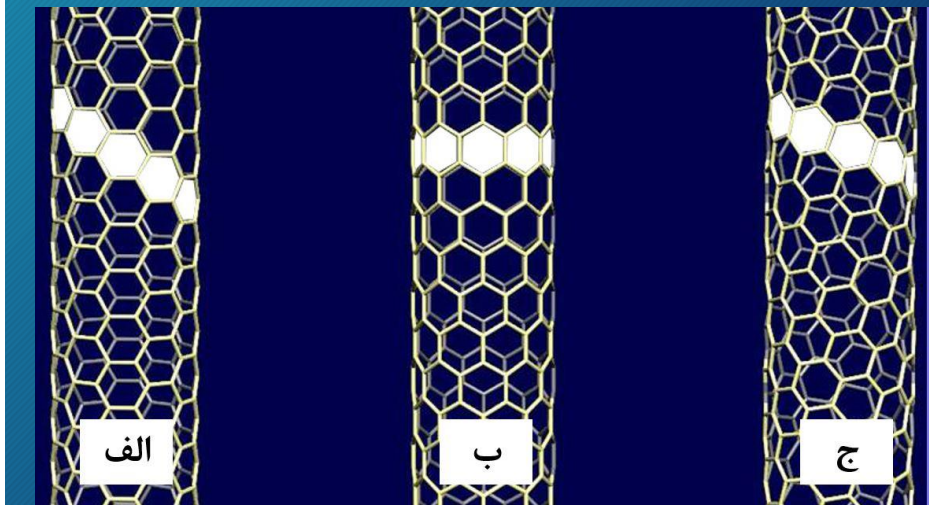


- تک دیواره (SWCNT)
- چند دیواره (MWCNT)

انواع CNT (بر اساس زاویه لوله شدن یک صفحه گرافن)

- صندلی
- زیگزاگ
- کایرال (نامتقارن)





تصویر میکروسکوپ الکترونی عبوری (TEM) از نانولوله‌های کربنی چند دیواره

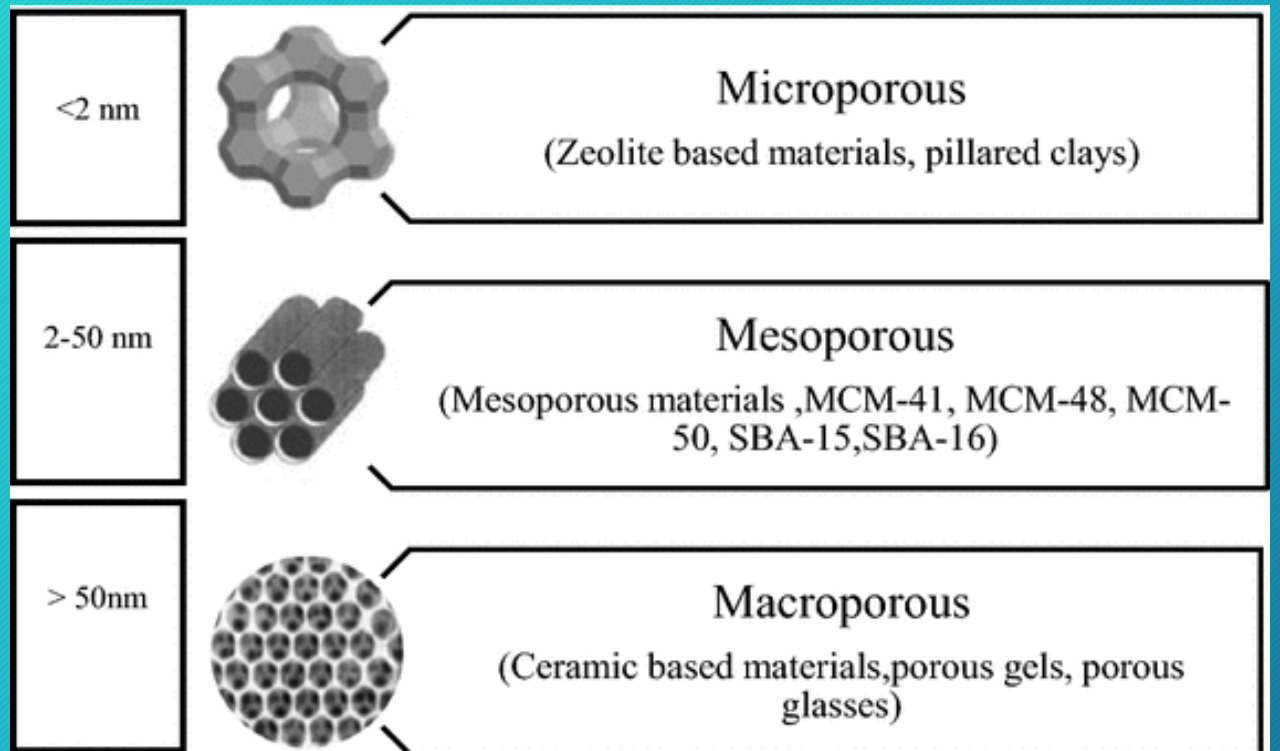
روش سنتز:

- تبخیر یا قوس الکتریکی
- سایش لیزری
- پیرولیز
- PECVD
- و ...

۲. مواد میکرومتخلخل و مزومتخلخل

بر حسب اندازه تخلخل:

- الف) microporous: اندازه تخلخل d<2nm
- ب) mesoporous: 2nm<d<50nm
- ج) macroporous: d>50nm



۳. نانوساختارهای هسته–پوسته Core-Shell

- فلزی-اکسیدی
- فلزی-پلیمری
- آلی-معدنی