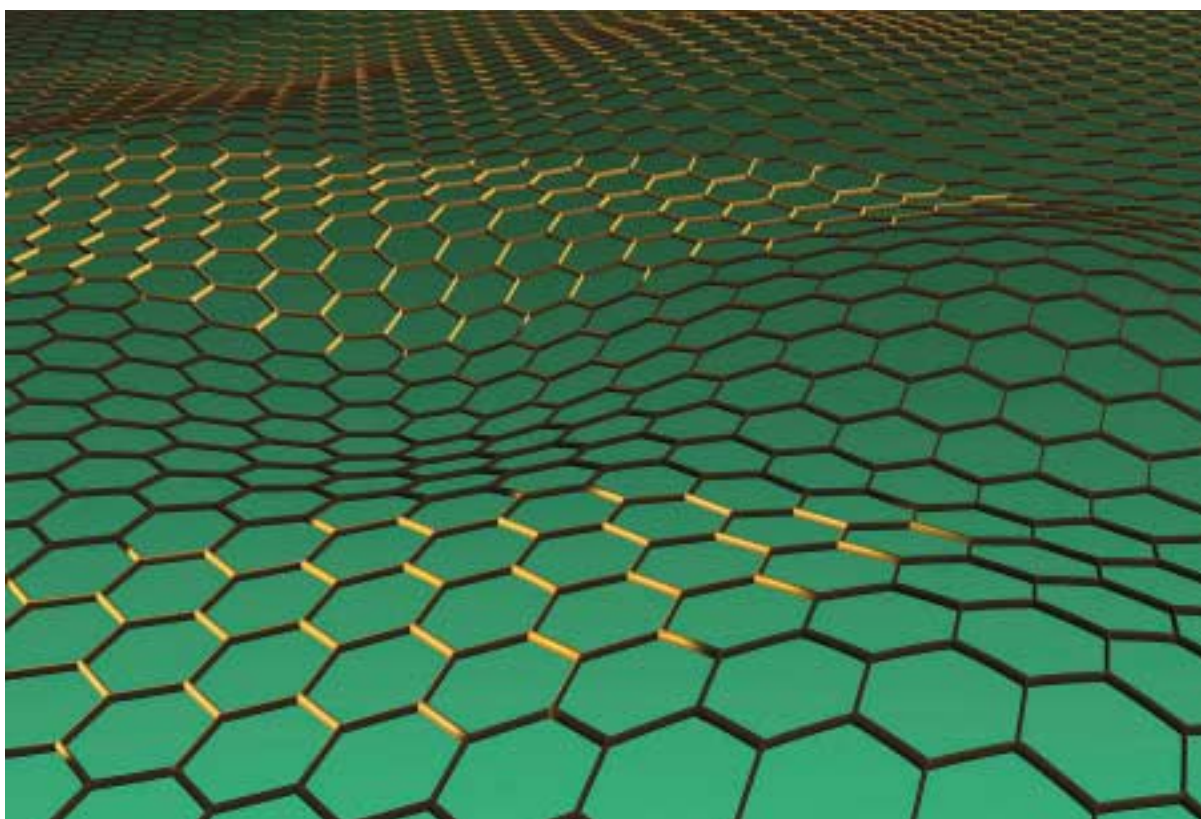


Txango bat karbonozko lautadan barrena

Roa Zubia, Guillermo

Elhuyar Zientziaren Komunikazioa



G. ROA

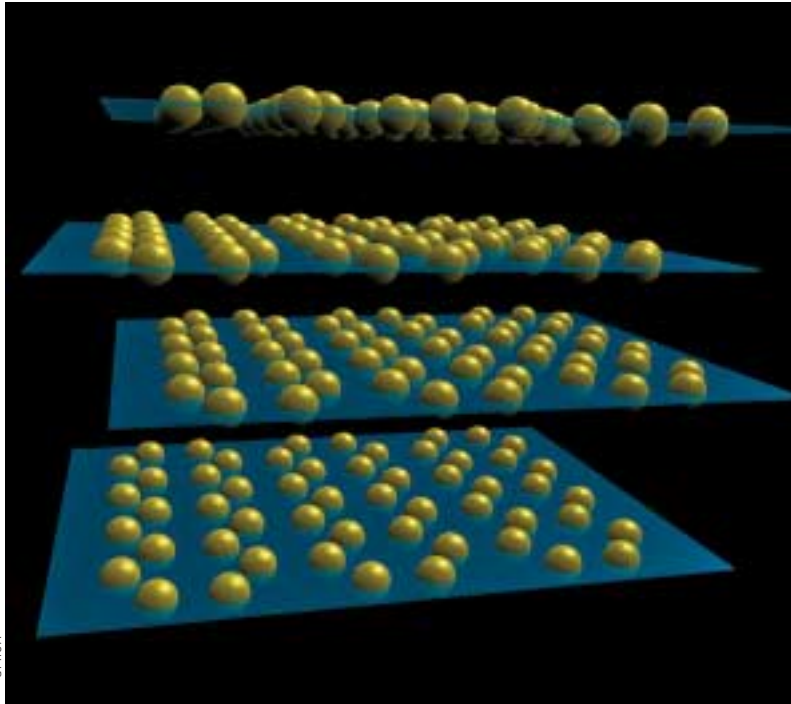
Grafitoaren atomoak planotan antolatuta daude. Aspalditik dakite hori zientzialariek. Eta aspaldian pentsatu zuten atomoen plano horiek banaka hartuta material berri bat lor zitekeela, grafitoak ez bezalako propietateak dituen material berri bat. Duela lau urte egin zuten hori; grafitoari atomo-planoak erauzi zizkioten, eta material berria lortu zuten: grafenoa. Material berriaren propietateak besteenak ez bezalakoak izateaz gainera, ezagutzen dugun material gogorrena, meheena eta erdieroale harrigarriena da.

GRAFITOA ARKATZEN MINA EGITEKO ERABILTZEN DA. Hain zuzen ere, arkatzak paperaren gainean marra beltza uzten du grafitoaren puska txikiak askatzen dituelako, beste osagai batzuekin batera. Zati horiek ez dira grafito-

puska osoak, baizik eta atomo-planoen taldeak. Hori gertatzen da plano berean dauden karbono-atomoen arteko lotura oso indartsua delako, eta planoen arteko lotura, berriz, oso ahula.

Ezinezkoa da arkatz batekin plano horietako bakar bat banatzea, baina banatu ahal izango balitz, emaitza grafenoa izango litzateke, gaur egungo materialen zientziaren izarretako bat. Columbia Unibertsitateko Andre Geim eta Philip Kim fisikari estatubatuarrek isolatu zuten lehen aldiz, 2004an. Egia esan, arkatzaren ideiaz baliatu ziren fisikariak. Eta oraindik ere baliatzen dira ideia horretaz.

Antzeko zerbait egiten da; arkatza paperaren gainetik pasatu beharrean, grafito-puska mikroskopiko bat igurztzen dute siliziozko xafla baten kontra.



Grafitoaren egituran, atomoak planoka daude antolatuta. Plano horietako bakoitza grafenoa da.

Horrek ere ez du karbono-atomoen plano bakarra askatzen, gutxi gorabehera 100 planoko lodiera duen puska bat baizik. Hortik aurrera, zinta itsasgarria erabiltzen dute. Lortu duten puska txikiari bi aldeetatik itsatsi, eta eskuz egiten dute tira. Hori behin eta berriz eginez, azkenean, plano bakarreko puskak lortzen dituzte. Grafenoa lortzen dute. Ez da oso prozesu teknologikoa. Columbia Unibertsitatekoek orduko 10 dolar ordaindu izan diote bekadun bati lan hori egiteagatik.

Elektroiak libre

Plano bakar bat isolatutakoan, fisikariak liluratu egiten dira. Plano horretako atomoek, dagoeneko, ez dute elektroirik partekatu behar beste planoko atomoekin, eta horrek erabat aldatzen du egoera. Bi planoz osatutako egoeran, elektroik batzuk bi planoen arteko zirrikitan mugitzen ziren libre, baina ez oso azkar. Korrante elektrikoa erraz sortzen zen, baina erresistentzia pixka batekin. Plano bakarreko egoeran, aldiz, elektroiak izugarri azkar mugitzen dira planoaren gainean —eta azpian—, ia oztoporik gabe.

Hain zuzen ere, metal batean baino askoz azkarrago mugitzen dira. Fisikari batzuek esaten dute argiaren abiadura baino 400 aldiz mantsago mugitzera

“grafenoak propietate bereziak ditu, ez baitu loturarik egin behar atomo-planoen artean”

iristen direla; hori egia bada, oso abiadura azkarra da, erlatibitatearen efektuak nabarmentzeko modukoa. Datua zehatza ez bada ere, oso elektroik azkarrak dira.

Hori ikusita, pentsa liteke grafenoa eroale elektriko handia dela, metal baten antzera. Egia esan, kasu batzuetan, metalak bezala joka dezake; baina, oro har, erdieroalea da, eta oso erdieroale ona, gainera.

Oso modu sinplean azalduta, material batean, zenbat eta tenperatura baxuagoa izan, orduan eta gutxiago bibratzen dute atomoetako nukleoek. Eta oztopo txikiagoa dira mugitzen ari diren elektroientzat, korrante elektroikoarentzat alegia. Beraz, eroaleek hobeto eroaten dute elektrizitatea hotzean, berotuz gero baino. Baina grafenoan ez dago ia alderik, eta giro-tenperaturan ere hotzean dituen propietate elektriko berak ditu.

Eta, gainera, oso dimentsio txikiak dituen (atomo bateko lodiera, eta nahi adina atomoko luzera eta zabalera), transistore nanoskopikoak egiteko material aproposa dirudi. Aditu askoren ustez, noizbait silizioaren ordezkoa izateko aukera handiak ditu.

Beste propietate elektriko berezi batzuk ere baditu. Adibidez, askotan, Hall efektu kuantikoa nabarmentzen dute, grafenoan giro-tenperaturan azaltzen



Arkatzen minaren osagaietako bat grafitoa da. Idaztean, grafito horren zatiak askatu, eta paperaren gainean geratzen dira. Milaka atomo-planoko zatiak dira. Arkatz batez eskala nanoskopikoan idatziko bagenu, beharbada, planoak bakarka askatuko liriateke, hau da, grafenoa askatuko litzateke.



E. ORTEGA

Enrique Ortega
DIPCKo fisikaria

Itxaropen handia, grafenoa

Noizean behin, material berri, ikaragarri, iraultzaile baten aurkikuntzak ikertzaileen mundua astintzen du. Sukarra igaro orduko, errealtate praktikoak erakusten digu, zoritxarrez, materialaren aplikazioak urriak izaten direla. Gure aurretik pasatu dira, jada, oxido supereroaleak, karbonozko fulerenoak eta nanohodiak... Iraultzak erreboltatxo bihurtzen dira. Aplikazioak aplikazio, material horiek, oraindik ere, liluratu egiten gaituzte.

Orain, grafenoaren txanda egokitu zaigu. Beste material miragarri batzuei ihes egiten utzi badiegu ere, grafenoari aukera bat emango diogu Nanofisikako gure laborategian. Guretzat, esperimentaltzat, lorarik lore ibiltzeak ez du emaitza onik ematen. Material bakoitzak inguru egoki bat behar du, hurbilketa esperimental propioa. Eta hori ez da egun batetik bestera aldatzen: denbora eta dirua behar dira (asko!). Grafenoak, zorionez, bitarteko guztiekin harrapatu gaitu, ikerketa lehiatsuari eusteko: grafenoa xafla meheez osatzen da, in situ (hutsean) lor daiteke, eta ezaugarri elektronikoak dira, azken batean, grafenoaren portaera fisikoaren gakoa. Grafeno-xafla mehe baten ezaugarri elektronikoak ikertzeko prest gaude. Ea zer aurkitzen dugun!

baita eta beste materialetan ez. Efektu horrek zerikusia du materialaren eta eremu magnetikoen arteko elkarrekintzarekin eta garrantzia izan dezake grafenoaren aplikazio elektronikoetan.

Seriean fabrikatu

Noski, grafenoa erabilgarria izango da mikroelektronikaren industrian, besteak beste, seriean fabrikatzeko teknika bat asmatzen bada. Zinta itsasgarriaren metodoa erabilgarria da ikerketa-laborategi baten beharretarako, baina ez kantitate handiak lortzeko.

Badira hainbat proposamen grafenoaren masa-ekoizpena egiteko. Duela gutxi, adibidez, Kaliforniako UCLA Unibertsitateko aditu batzuek teknika bat garatu dute. Ideia sinplea da: grafitoa oxidatu, eta, gero, erreduzitu. Itxuraz, aurkako bi erreakzio kimiko dira, eta, beraz, logikak esaten du biak eragin ondoren hasierako grafitoa berreskuratuko litzatekeela. Bada, ez da hori gertatzen. Oxidazioan, oxigeno-atomoak txertatzen dira grafitoaren planoen artean, eta, erreduzitu ondoren, grafeno-xaflak askatzen dira.

“grafenoa erabilgarria izango da mikroelektronikaren industrian, besteak beste, seriean fabrikatzeko teknika bat asmatzen bada”

Ikertzaileek esaten dutenaren arabera, gainera, oso eroankortasun handiko grafenoa da horrela lortutakoa.

Teknika horrek beste abantaila bat du: lehen erreakzioaren ondorioz lortzen den grafeno oxidatuak ere oso propietate interesgarriak ditu, materialak jaso duen oxigeno-kantitatearen arabera, baina haren jokabide elektrikoa. Azken batean, grafenoa ez ezik, grafenoaren deribatuak ere material berri interesgarriak dira.

Munduko gogorrena

Eroankortasun elektrikoa ez da fisikariek bilatzen duten propietate bakarra.

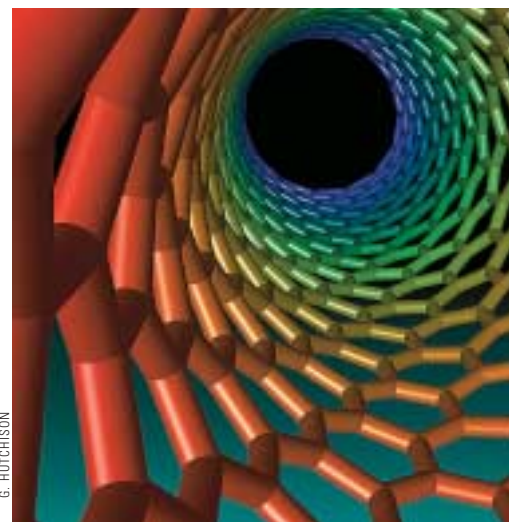
Horrez gain, beste mila ezaugarri ere eskatzen zaizkio material berri bati. Eta, ikuspuntu horretatik ere, grafenoa material aparta da.

Munduko material gogorrena da, diamantea bera baino gogorragoa. Hain zuzen ere, Columbiako Unibertsitatean (grafenoa eskuz erazteko bekadunei ordaindu dien unibertsitatean bertan), grafenoaren gogortasuna neurtu dute, eta, horretarako, diamantea bera erabili behar izan dute. Siliziozko gainazal batean zulo bat egin, eta grafenoazko molekula perfektu batez estali dute. Eta molekula perfektu hari diamantezko punta zorrotz batekin egin diote bultza, goitik behera, grafenoa puskatu arte.

Esperimentuaren emaitza konparaketa baten bitartez azaldu zuten ikertzaileek. Imajinatu siliziozko gainazalaren zuloa kafe-katilu baten modukoa dela. Plastikoa batez estali, eta arkatx zorrotz batez zulatzen saiatzen garela. Esperimentuaren helburua da neurtzea zer indar behar den plastikoa zulatzeko. Plastikoa jarri beharrean grafenoa jarri gero, emaitza gisa, arkatxaren gainean auto baten pisua jarrita ere, grafenoa ez litzateke zulatuko, ezta desitxuratuko ere.

Are gehiago

Gogorra, mehea eta eroale elektriko bikaina izateaz gain, grafenoak oso ondo eroaten du beroa. Hori hasieratik



G. HUTCHISON



Ikatzaren egitura atomikoa grafitoa da, hau da, grafeno-xafla asko pilatuta. Hain zuzen, xaflak erraz askatzen direlako zikintzen du ikatzak.

susmatzen zuten fisikariek, nanohodiek ere oso ondo transmititzen baitute beroa, eta, azken batean, material bera baita. Hala ere, oso zaila izan da hori neurtzea, ez baita erraza grafeno-xaflak berogailu batekin kontaktuan jartzea. Azkenean, California-Riverside Unibertsitateko fisikari batzuek laser batez lortu dute grafenoa berotzea, eta eroankortasun harrigarria neurtu dute: nanohodiek baino % 50 eroankortasun handiagoa, eta kobreak eta beste metal batzuek baino 10 aldiz handiagoa.

Bestalde, propietate optiko egokiak ditu, adibidez, kristal likidozko pantailak egiteko. Bi grafeno-xafla erabil

“lau urte baino ez dira igaro Geim fisikariaren taldekoek grafenoa lehen aldiz isolatu zutenetik”

daitezke beste material bat tartean sartzeko, eta kristal likidoa egiteko. Grafenoak atomo bakarreko lodiera duenez, oso pantaila meheak egin daitezke.


Aplikazioak

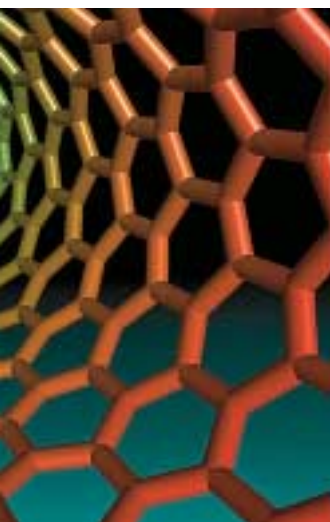
Gauza asko egin daitezke grafenoarekin (esan bezala, batez ere seriean fabrikatzerik lortzen badute). Baina oraindik ere ez dira aplikazio horiek guztiak garatu. Eta, horregatik, grafenoaren mundu berria amets bat besterik ez da. Baina lau urte baino ez dira igaro Geim fisikariaren taldekoek grafenoa lehen aldiz isolatu zutenetik. Denbora beharko du grafenoak benetan zer ahalmen dituen erakusteko.

Dena dela, aplikazio berriak probatzeko prest daude zientzialariak. Eta ez bakarrik fisikariak; adibide harrigarrie-

netako bat da DNA-molekularen sekuentzia irakurtzearena. DNA-katea bi grafeno-xaflaren arteko zirrikitu batetik pasarazi nahi da, eta korrante elektriko bat eragin nahi da grafenoan. DNAREN baseetara egingo du salto korrante elektrikoak tunel-efektu baten bitartez, baina base bakoitzak energia-kantitate jakin bat beharko du tunel-efektu hori gerta dadin.

Horrek esan nahi du grafenoak gertu duen basea zein den jakin daitekeela korrantea xafla batetik DNA-molekulara eta handik bigarren xaflara salto egiteko behar duen energiaren arabera. Metodo hori erabilita, eta DNA-molekula zirrikituan lerratuta, DNAREN baseen sekuentzia ezagut daiteke. Eta, adituek diotenez, grafenoa erabiliz gero, beste metodo batzuekin baino azkarrago irakur daitezke sekuentziak.

Ustezko aplikazioen ideiak oso azkar ari dira ugaritzen. Horregatik uste dute fisikariek grafenoak iraultza bat ekarriko duela. Eta onena da ez dela material berri bat; hor zegoen, grafitoan ezkutatuta. Erauztea besterik ez zen falta. Eta orain erauzi egin dugu grafenoa. Ea zer egiten dugun hemendik aurrera. 



Nanohodiak zilindro-itxuran biribildutako grafenoa dira.