

James Gimlewski:

"Molekulen propietate mekanikoak erabilia, gauza asko egin daitezke"

Guillermo Roa Zubia

Elhuyar

Nanoteknologiak elkarlanean jarri ditu ingeniariak eta fisikariak. Atomoz osatutako makina harrigarriak egin ditzakete. Lan horretan jarduten duen James Gimlewski fisikariari gai horren inguruan hitz egiteko eskatu diogu.

IBM enpresan egin zenuen lan, Zurichen, eta gero handik alde egin zenuen Los Angelesera joateko, UCLA unibertsitatera. Nolakoa izan da zure lana laborategi horietan?

Bai, Zuricheko laborategian 1983tik aurrera egin nuen lan; garai hartan tunel-efektuko mikroskopioa garatu zen laborategi horretan. Geroztik, nanoeskalari buruzko zientzia ikertu dut. Gero, 2001eko otsailean, Kaliforniara joan nintzen UCLAren eta Kaliforniako Nanosistemen Institutuan lan egiteko. Institutua UCLA eta Santa Barbarako Unibertsitatearen artean jarri dute martxan. 200 milioi dolarreko proiektua da.



James Gimlewski.

Zuricheko laborategi hartan, IBM enpresak atomoak banan-banan mugitzeko proiektu bat garatu zuen tunel-efektuko mikroskopioaren bitartez. Parte hartu al zenuen zuk proiektu horretan?

Bai. Tunel-efektuko mikroskopioa Heinrich Rohrer eta Gerd Binnig fisikariek garatu zuten; atomoa 'ikusteko' tresna lortu zuten. Gainera, tresna horrek atomoak mugitzeko ahalmena duela ikusi zen. Esparru horretan hasi nintzen parte hartzen. ➔



G. ROA ZUBIA

James Gimlewski Donostian.

Hasieran, molekula konplexuak diseinatzeko proiektuetan sartu nintzen. 150 atomoko molekulak dira gutxi gorabehera. Modu askotan manipulatzeko ditugu: nahi dugun tokian koka ditzakegu, itxura alda diezaiekegu eta abar.

Geroago, fulerenekin hasi nintzen lan egiten, 60 karbonoz osatutako kaiola horiekin. Txipak egiteko, osagaiak berez mihizatuz elkartzen dituzten erreakzio kimikoak prestatu nahi ditugu; fulerenok erreakzio horien aitzindari izango lirateke. Baina hori nire ikerketaren zati bat besterik ez da.

Nola definitzen duzu nanoteknologia?

Oso kontzeptu zabala da. Nanoteknologia biokimikako, kimikako, elektrizitateko eta ingeniariatzako prozesuen konbinazioa da, eta nanometroaren eskalan gertatzen da; gutxienez bat (hiru atomoren tamaina, gutxi gorabehera) eta gehienez 100 nanometroko (ile baten lodieraren bostehunena, gutxi gorabehera) sistemen teknologia da. Prozesu horiek materiaren ezaugarriak finkatzen dituzte, baina sistematik oso konplexuak dira.

Nanomekanika ulertzeko lehenengo sistema biologikoak azter daitezke, sistema horietako askoren oinarria baita. Adibidez, zelula amen barruko ADN-kateak ere nukleoan metatuta daude eta horiei malgukien antza duten egitura

batzuek heltzen diete. 'Malguki' horiek kimikoki alda daitezke era kontrolatuan, eta, horrela, ADNaren topologia egokitu eta geneen adierazpena nahi dugun moduan eragin genezake. Ondorioz, zelula amak gibel-zelula, giltzurrun-zelula... nahi dugun zelula-mota bihur genitzake.

Bestalde, siliziozko mikromekanikarekin ile baten lodieraren bostehunena duten sistematik diseinatzerik baldin badago, ezaugarri biokimikoen arabera hididura nanomekanikoa eragiten duten sentsoareak egin ditzakegu. Azkenik, konplexutasun ertaineko sistema molekular pila batek beste molekula batzuk mekanikoki alda ditzake. Ideia orokorra oso interesgarria iruditzen zait, elektroikorronteen bitartez eta propietate mekanikoak erabilita, gauza asko egin litezkeelako. Orain arte gutxi ikertu da, hala ere, ideia horren inguruan.

*“nanomekanika
ulertzeko lehenengo
sistema biologikoak
azter daitezke, sistema
horietako askoren
oinarria baita”*

Zenbait berritan nanomakinatarako labaingarriak aipatzen dira. Nanoeskalako makina horietan sortzen al da frikzio mekanikorik?

Frikzio klasikoan elkarren ondoko bi objektuk elkar ukitzen dute eta azaletan dauden zimurren arteko elkarrekintzak sortzen dira. Elkarrekintza horiek elektroien artekoak dira, baina ikuspuntu makroskopiko batetik frikzio-indarraren bitartez azal daitezke.

Nanomekanikan ere bi molekularen elektroien arteko elkarrekintzek eragotz dezakete mugimendua, baina ez da 'frikzio makroskopikorik' sortzen. Eragozpen horiek gainditzeko, bi molekula horien artean gurpilaren funtzioa egiten duen beste bat sartzen bada, nahiz eta frikzio klasikorik ez izan, gurpila eta beste molekularen elkarrekintza elektroikorrante baten modura trata daitezke. Bi sistematiko energia-mailen arabera elkarrekintzak dira, lotura kimikoak eta Van der Waals-en indarrak kontrolatzen dituztenak bezala. Ideia berriak garatu behar dira horrelako sistemetan, baina, azkenean, erresistentzia-indar bat dago; azken batean, errotazioaren energia-langa gainditu behar da. Langa hori energia termikoaren azpitik baldin badago, mugimendua gertatuko da.

Bestalde, atomo bakunak hartu eta toki jakin batean kokatu nahi direnean, elektroien arteko elkarrekintzak izatea ez al da abantaila?

Bai, prozesu horiek oso erabilgarriak dira, tenperatura baxuetan batez ere. Energia termikoa txikia da eta atomo-atomo indarra handia. Beraz, atomo bat har dezakezu. Giro-tenperaturan, aldiz, molekulak bultzatu besterik ezin da egin, ez diotelako mikroskopiaoren orratzari eusten.

Zure Interneteko web gunean nanoteknologiari buruzko dokumental bat on line eskuragarri duzue eta bertan ikusten da nola mugitzen dituzuen fulerenoak azal batean. Esperimentu horiek, beraz, giro-tenperaturan egiten dituzue.

Bai. Nik banekien UCLako laborategietan tunel-efektuko mikroskopia tenperatura baxuetan erabiltzen zutela, 4 K-etan (-269 °C). Nik, aldiz, bizi garen ohiko baldintzetan aztertu nahi nuen molekulek nola jokutzen duten eta nola alda litezkeen. Bestalde, tenperatura baxuetan lan egiteak abantaila batzuk ekartzen ditu, zenbait molekula ez direlako maneiatzen errazak.

Zuen esperimentuan fulerenoei itxura aldatzea lortu zenuten. Nola egiten da hori?

Fulerenoen egitura elektronikoa oso bitxia da. Azal handiko esferak dira, eta hutsik dauden energia-mailak azal horretatik beste molekula batzuekin elkarrekintzak izatea ahalbidetzen dute. Mikroskopiaoren orratzetik azal horretara elektroiak tunel-efektuaren bitartez garraiatzen dira, baina molekulari, mekanikoki estututa, itxura alda dakioke. Horrek molekularen simetria eta, beraz, energia-mailak aldatzen ditu; ondorioz, tunel-efektuko korrontea ere aldatzen da. Horrek esan nahi du modu horretan nanonewton batzuetako indarrak detekta daitezkeela, hau da, newton bateko mila milioirena, fulereno bat zanpatzeko moduko


indarra (kontuan hartu newton bat kilo bateko pisuari eusteko behar den indarra dela, gutxi gorabehera). Indar txiki horrek aldaketa handia eragiten du mikroskopiaoren elektroikorrontean. Beraz, gure asmoa anplifikadore elektromekaniko bat diseinatzea da; anplifikazioa molekulen itxurak eragingo luke. Gainera, prozesu itzulgarria da.

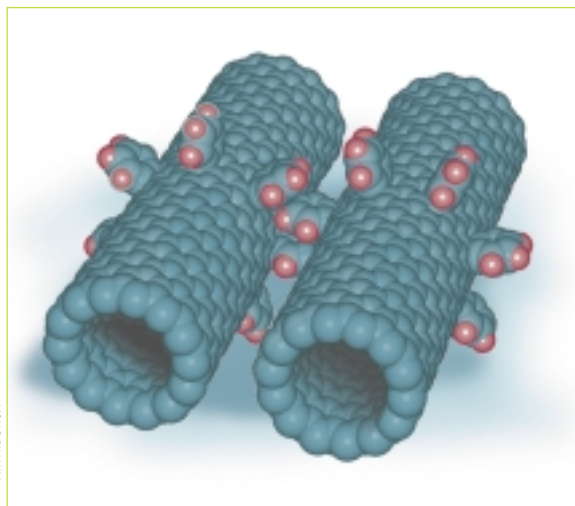
“giro-tenperaturan molekulak bultzatu besterik ezin da egin, ez diotelako mikroskopiaoren orratzari eusten”

Egin al duzu inoiz esperimenterik fulereno baten barruan atomoen bat kokatuta?

Inoiz ipini ditugu atomoak C_{82} fulerenoen barruan (ohikoak baino handiagoak). Atomoak ez dira zentroan kokatzen, hori ez baita energia minimoko kokapena izaten; kalkuluen arabera, energia minimoko hiru kokapen daude. Horrelako sistemetan barruko atomoa kokapen batetik bestera era kontrolatuan alda daitekeen jakin nahi dugu, eta aldaketa horrek eraginik ote duen mikroskopiaoren elektroikorrontean. Ez dut uste ideiak arrakastarik izan duenik, giro-tenperaturan oso zaila baita atomoak kokapen bakarrean luze irautea; baina ideia oso interesgarria iruditzen zait. Horrelako sistema-pila bat azal baten gainean ordenatuta, agian memoria-txip bat egin liteke, bit bakoi-tza bitarra izan beharrean hirutarra duena. Txipa oso txikia izango litzateke.

Elektroi bakarreko esperimenduak ere egin dituzue. Nola lortzen da esperimendu batean elektro bakar parte hartzea?

Normalean biomolekula txikien bitartez egiten dira. Biomolekula horiek elektro bat jaso dezakete eta, hori gertatzen denean, bere energia aldatu egiten da. Baina aldaketa horren ondorioz molekulak ezin du beste elektroirik jaso, eta, beraz, elektro bakar bateko prozesuak egiteko balio dute, nanotransistoreak eta biotxipetako osagaiak egiteko. 



Nanomakina baten irudia.