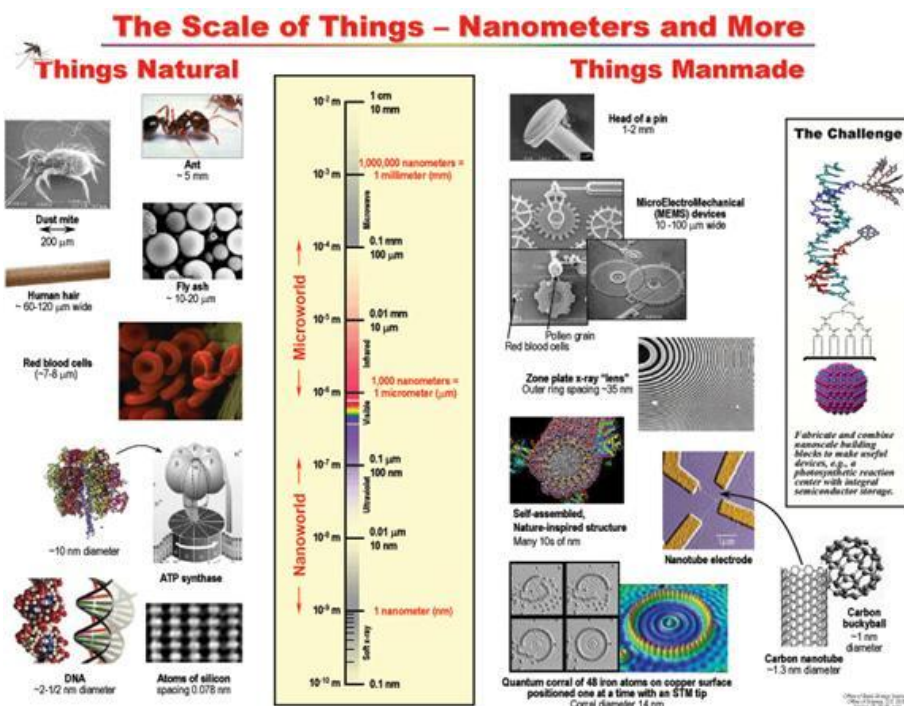


Nanotechnológia, azt írja az Internet...

Ki ne hallott volna a „nanotechnológia” fogalmáról? A nanotechnológia napjaink egyik legnépszerűbb tudományágává nőtte ki magát több területen is jelentős változásokat hozva. Ez az új tudományág sokkal összetettebb és bonyolultabb, mint gondolnánk, kiismerése szinte lehetetlen, hiszen minden tudományágból tartalmaz valamit, aminek köszönhetően az élet szinte minden területén alkalmazható. Ám, mielőtt elmélyülnénk a nanotechnológia rejtelseiben, lássuk csak, mit is jelent pontosabban a nanotechnológia fogalma és e tudományág hova is vezethető vissza?

A nanotechnológia egy gyökeresen más technológia, amelynek vezérelveiben alapjaiban térnek el az úgynevezett klasszikus technológiáktól. A klasszikus technológia elve a „kifaragás”, egy nagyobb nyersanyagból, a kívánt javak előállításához a „felesleg”-ből. Ezt a mechanizmust alkalmazták az első őskori szerszám előállításától napjaink integrált áramköréig. A nanotechnológia, a klasszikus technológiával ellentétben, veszteség nélkül, atomonként próbálja összerakni a dolgokat. A nanotechnológia magába foglalja a 100 nanométernél kisebb skálán szervezett anyagok létrehozását, precíz kezelését és terveszerű elrendezését, mérését és modellezését. Ennek eredménye képpen a molekulák oda helyezhetőek, ahova és amikor csak akarjuk, segítségével megvalósítva az előre eltervezett működést.



Tévedés lenne azt feltételezni, hogy a törpe méretek világa új felfedezés, hiszen valójában több ezer éves történelemmel rendelkezik. I.e. 400-ban Democritus már tudta, hogy az atomok a látható világ építőkövei. A 20. Században már számos kutató ért el eredményeket e tudományág területén. A kutatók érdeklődését a mikrovilág iránt elsőként Albert Einstein ébresztette fel, 1905-ben, mikor megállapította, hogy egy cukormolekula 1nm. Az 1947-ben elkészített germánium tranzisztor működéséért Walter Brattain és John Bardeen Nobel-díjjal volt jutalmazva. A nanotechnológia fogalmának bevezetése Norio Taniguchi nevéhez fűződik, 1974-ben. 1981-ben megépült az első STM berendezést, avagy közismertebb nevén az alagútmikroszkópot. Azóta Japánban létrejött egy emberi vörösvértest méretű bika (10 mikrométer hosszú, 7 mikrométer széles). 2000-ben Bill Joy, a Sun Microsystems egyik alapítója, érdekest kijelentést tett, mi szerint azonnal be kell fejezni a nanotechnológiai kutatásokat, mert az rossz kezekre kerülve az általunk ismert világ végéhez vezethetnek. A kutatásokat természetesen nem hagyták abba, sőt a nanotechnológia egyre rohamosabb fejlődésnek indult.

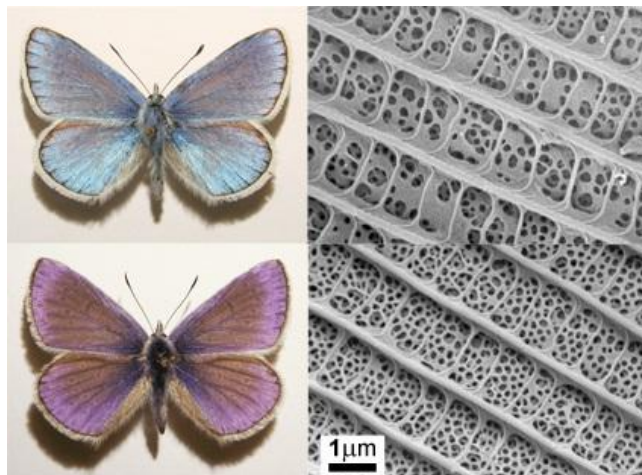
Mára ennek eredménye már szemmel láthatóvá vált. Számos új innováció robbant be a technika világába, például a Luxterra cég által kifejlesztett chip, amely optikai vezetőt és fotonokat használva tízszer gyorsabb sebességgel működik a hagyományos vezetőknél. Egy másik rendkívüli fejlesztés a funkcionális szén nanocsövek előállítása, melyek segítségével elektromos mágneses hullámokat szigetelő műanyagot lehet létrehozni. Talán a közel jövőben már „tetoválható” mobiltelefont és számítógépet fogunk használni, melyek bőrünkben kialakított áramkörökkel működnek és energiaforrásként biokémiai elemeket használnak. A NASA az űrlift megvalósítása érdekében már két kísérletet is végre hajtott hagyományos kábelen kibocsátott súlyokkal, miközben a különleges szén nanocső kábelt, valamint nanogépek kifejlesztését tervezi.

Napjainkban a legkézenfekvőbb lehetőség információk szerzésére nem más, mint az internet. Írjuk csak be a keresőbe a „nanotechnológia” kifejezést és pár másodperc múlva több száz találat között böngészhetünk kedvünkre. Nanotechnológia, azt írja az Internet... nanotechnológia, ezt írja az internet... de lássuk csak, mit is ír az internet.

A „nanotechnology.hu” oldalán 2011-ben egy érdekes kutatás összegzését publikálták. Magyar kutatók elsőként mutatták be, miért látszik fajonként eltérőnek a boglárkalepkék hímjeinek kék színe. Egy speciális szoftver segítségével a fajok könnyen azonosíthatóak, annak ellenére, hogy különböző fajhoz tartozó egyedek szárnyának

fényvisszaverési képessége eltérő. A tudományos eredményt címlapon közölte a brit Royal Society of Chemistry, Analytical Methods.

Az MTA Műszaki Fizikai és Anyagtudományi Intézetének kutatói azonos élőhelyen előforduló, a boglárkalepkék családjába (Lycaenidae) tartozó, egymással rokon kilenc faj hímjeinek kékjét tanulmányozva megállapította, hogy ezt úgynevezett fotonikus nanoarchitektúrák adják, amelyek olyan nanoszerkezetek együttese, amelyek a levegő és a kitin megfelelő egymáshoz rendezettségével képesek a legkülönbözőbb színeket és csillogást produkálni.



A kutatásból kiderült, hogy egyes fajok egyedei nem festékanyagok miatt látszódnak eltérő színűnek. A színbeli eltérést az egyes fotonikus nanoarchitektúrák fényvisszaverései tulajdonságainak fajonkénti eltérése okozza- ismertette a felfedezés egyik elméletét Biró László Péter, az Akadémia doktora.

Érdeemes tudni a boglárkalepkék családjáról, hogy Európában az egyik legelterjedtebb és legnagyobb számú fajt tartalmazó lepkecsalád. A hímek és a nőstények színe eltérő, jelen van a szexuális dimorfizmus jelensége. A hímek szárnyának felső részén a kék különböző árnyalatai figyelhetők meg, amely a szexuális jelzőszín szerepét tölti be, míg a szárnyak fonákját pigment alapú pontmintázat díszíti, amelyik mindkét nem esetében megegyező, a fajok főként ezen mintázat alapján azonosíthatók.

A lepkék vizsgálatát egy új eszköz tette lehetővé, az úgynevezett neurális hálózat alapú, vagyis az agy működését és felépítését leképező szoftver. Ennek segítségével lehetővé vált a lepkeszárny fényvisszaverésének vizsgálata a múzeumi példányok roncsolása nélkül minimális emberi beavatkozással. Az új eszköz felhasználásával a kutatók megmérték az azonos élőhelyen előforduló, kilenc boglárka faj hímjeinek kékjét, a szoftver 55 lepkéből mindössze két esetben „tévedett” a faj megállapításában, így 96 százalékos pontosság felel meg.

Amint a kutatásban is említették, egyes lepke fajok gyönyörű színe is csak részben tulajdonítható a bennük található pigmenteknek, az igazi csillogást különös szárnystruktúrájuknak köszönhetik. A szárnyat borító pikkelyek felső felülete nagyon komplex, háromdimenziós szerkezet, hosszanti gerincek és kereszt-bordák mikrocellákat, ablakokat képeznek. A pikkelyek színét a mikrocellák belsejének tartalma határozza meg. Ez egy kitűnő példa a fotonikus kristályok előfordulására az élővilágban. Ám nem csak egyes lepke fajok szárnyában, tengeri állatok, rovarok szervezetében jelenik meg ez az érdekes nanostruktúra. Gondoltuk volna, hogy az ékszereket díszítő féldrágakő, az opál, egy formája a fotonikus kristályok előfordulásának a természetben? Az opál hidrotermális folyamatok során kivált, alakatlan $\text{SiO}_2 \cdot x\text{H}_2\text{O}$ formájában van jelen.

A fotonikus kristályok tanulmányozása is egy ugyancsak széles területet lefedő ágazat, amelyről a Hírközlési és informatikai tudományos egyesület így nyilatkozott: „új korszakot nyithatnak a fénytávközlés, és szélesebb értelemben a fotonika területén.” A fotonikus kristályok komplex struktúráját a természet már évmilliók óta ismeri. A kutatók csak az 1800-as évektől kezdték el tanulmányozni, a megnevezést hivatalosan először 1987-ben alkalmazták.

Most, hogy tudjuk a fotonikus kristályok előfordulását a természetben, bizonyára megfogalmazódik bennünk a kérdés, hogy valójában mik is ezek a komplex nanostruktúrák? A fotonikus kristályok olyan periodikus térbeli szerkezetek, amelyeknek 1, 2 vagy 3 dimenzióban ismétlődő elemi cellamérete a mikrométeres (10^{-6}m) tartományba esik. Az ilyen kristályszerű szerkezetekben a fényhullám viselkedése hasonlít az elektronhullámok viselkedésére az atomi periódusú kristályokban, ahol a cellaméret 10^{-10}m (Å) tartományba esik. Az első ilyent Eli Yablonovitch, a Kalifornia Egyetem professzora készítette el 1990-ben, szilícium-rudacskákból kialakítva.

A kvantumfizika a szilárd testek elektromos viselkedését az úgynevezett sávmérettel értelmezi: eszerint az elektronok lehetséges energiaértékei az atomi periódusú kristályokban sávokba rendeződnek. Ennek eredménye egy tiltott sáv létrejötte, ez az elektron hullám-természete alapján azzal magyarázható, hogy a periodikus kristályszerkezetet alkotó atomokon szóródó elektronhullámok bizonyos energiaértékeknél kioltják egymást. Elvileg számunkra is készíthető olyan periodikus kristályszerkezet, amelyben a szórt fotonhullámok úgy interferálnak, azaz találkoznak egymással, hogy bizonyos fotonenergiák tiltott sávba kerülnek, abban az esetben, ha a rácsállandó (d) a fény hullámhosszával (λ) összemérhető

nagysárgendű. Ebből kifolyólag fehér fénnel megvilágítva színesek, de a szín nem fényelnyelésen alapszik és nem is a színanyagok okozzák, hanem úgynevezett „fizikai szín”.

A fotonikus kristály bizonyos fajta felhasználási lehetőségeit könnyebben megérthetjük, ha ezek tulajdonságait a félvezetők tulajdonságaival hasonlítjuk össze. A félvezetők tulajdonságai nagymértékben befolyásolhatók szennyező atomok bevitelével. Akárcsak a fotonkristályoknál, itt is megjelenik a tiltott sáv, amely mindössze pár elektrónvonal a vegyérték- és vezetési sáv között. Ezek szerepe az, hogy a tiltott sávban betölthető energiaszinteket hoznak létre, így ezeken a „lépcsőkön” keresztül az elektronok a vegyértéksávból könnyebben juthatnak el a vezetési sávba. A fotonikus kristályokban hasonló szerepet tölthetnek be a különféle rácshibák, diszlokációk, szabálytalanságok. A tökéletes fotonkristály a tiltott sávjába eső frekvenciájú fotonokat nem engedi át. De ha például az egyébként tökéletes fotonkristályba egy vonalhibát visznek be, akkor az már úgy működik, mint egy hullámvezető. A vonalhiba mentén az egyébként tiltott frekvenciájú fotonok is terjedhetnek

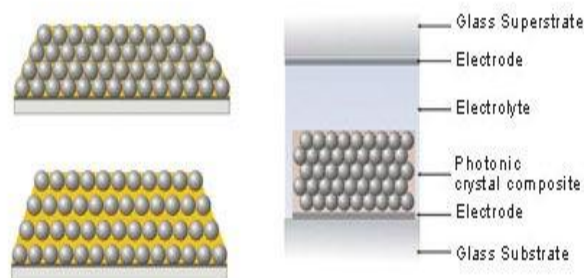
Bár kísérleti szempontból csak pár évtizedes múltal rendelkeznek, elmondhatjuk, hogy a fotonikus kristályok egy újabb technológia küszöbére taszították a tudományt.

Ha a félvezetőkben a tiltott sáv jelenléte miatt lehetett tranzistorokat, diódákat, fényemittáló diódákat és lézereket létrehozni, akkor nem lehet ugyanennek az optikai megfelelőjét elkészíteni a szintén tiltott sávval rendelkező fotonikus kristályok felhasználásával? Ez a kérdés a kutatók fejében is felmerült. A „lomha” elektronokat a sokkal „fürgébb” fotonokkal igyekeztek felváltani és számukra hasonló környezetet biztosítani, mint amilyen egy félvezető az elektronok számára. Akárcsak a félvezetők elektronjainak mozgását, a fotonikus kristályokban lévő fotonok terjedését is tiltott energiasávok létrehozásával befolyásolni lehet, mivel ezekben nem tartózkodnak fényrészecskék. Ilyet úgy két, mint három dimenzióban sikerült felépíteni. A sikert mi sem bizonyítja jobban, mint az, hogy mára már a fénnel hajtott mikrogépek alkalmazása is gyakorlati lehetőség.

Annak ellenére, hogy a színes képek megjelenítése még fejlesztésre szorul, pár éven belül már piacra is kerülhet egy újfajta képernyőtípus, amely képes a teljes színspektrum megjelenítésére. A rugalmas elektronikus papírról van szó, amely akár képernyőként is alkalmazható, ugyanis az ezt alkotó fotonikus kristályok lehetővé teszik, hogy minden egyes képpont saját szín jelenítsen meg.

A fotonikus kristály alkalmazása már a távközlésben is egyre nagyobb sikereket ér el, hiszen optikai szála egy nagyobb hatásfokot ígérő, bővebb alkalmazási területet lefedő anyaggal helyettesíthető. Emiatt kétféle szerkezetű, eltérő működésű mechanizmussal rendelkező mikrostruktúrált szálakat állítottak elő. Az első típusba tartózkodóknak belsejében lyukak alkotta szabályos rács közepén hiányzik egy lyuk, és ennek helyét üveg tölti ki, aminek törésmutatója jóval nagyobb, mint az őt övező fotonikus kristály köpenyé, ezért magába zárva a fényt, tömör mag hullámvezetőként viselkedik, és vezetett modust hoz létre.

A második típusú szálak belsejében egy kis törésmutatójú szerkezeti hiba található, egy levegővel telt cső, ami szintén kiváló fényvezető a levegő-üveg határokon fellépő erős koherens optikai visszaszórásnak köszönhetően. Egyik előny, hogy a levegős magba átvihető teljesítmény közel százszor nagyobb, mint a



tömör üvegben. Másfelől pedig itt a fényvezetésnek már nincs köze a teljes belső visszaverődéshez és nincs az ilyen szálnak kritikus befogadási szöge sem. És mi haszna van ennek az optikai szálnak a mindennapi életben? Bevezetésével akár kontinensek közötti távolságok is áthidalhatóak lennének, a hibavalószínűség pedig minimálisra csökkenne a pontos és gyors teljesítménytovábbításnak köszönhetően.

Ne feltételezzük azt, hogy ezekkel lezárul a fotonikus kristályok felhasználási lehetőségeinek halmaza, hiszen ez még csak a kezdet, rengeteg megalehetőség megvalósítása, vagy éppen kidolgozása van folyamatban. A világ számos országában folynak kutatások, egyre több információt szerezve, amelyek újabb és újabb lehetőségeket ígérnek, a nanotechnológia ismerete forradalmi újításokat hozhat az eddig ismert tudományok területén.

Mit tehetünk mi, mint diákok? Van-e esélyünk közelebb kerülni ehhez a futótűzként terjedő tudományághoz? Iskolánk diákjai nem csak határozott választ adva, hanem eredményeket felmutatva bizonyították be, hogy igenis érhetünk el eredményeket. Évek óta folyamatosan végzünk kutatásokat ebben a témakörben. Az éves rendszerességgel megszervezett **Mindentudás Iskolája** eseményen, amely az Appendix Természettudományos Diákkör tudományos sorozata, hallhatunk előadást az **opál** előállításáról, az önszerveződő nanostruktúrákról és még sok nanotechnológia által kínált lehetőségek megvalósításáról. Ezen kívül néhány sikeres pályázatot kiválasztva, néhány diák a „MFA Nyári Iskola” nevű kutatótáborban is gyarapíthatta tudását.

Bolyai Farkas Elméleti Líceum		Bernády terem	Szervező tanárnők: Szász Ágota és József Éva
Előadások:			
Germán Salló Zsófia és Lőrincz Kincső és		Kelemen Krisztina: Különbözünk, de miért?	Bartha Beáta: Megalehetőségek a nanovilágban
			
		2011.05.10 13:00 óra	
Tőkés Réka: Jeszenszki Csengele és		Öntisztuló felületek	
Minden érdeklődőt		Lőrincz Hanna: Az élelmiszerek mikrovilága	
		szeretettel várunk!	

Választott cikk az internetről:

http://www.nanotechnology.hu/magyarul/2011/2011_01_28_mta/index.html

További forrásanyag:

1. www.matsci.uni-miskolc.hu/nanotech/.../nanodiszpergalas-eloadas01.ppt
2. <http://www.hwsz.hu/hirek/28592/feny-a-gepben--villogo-chipek-mar-jovore-.html>
3. www.berzsenyi.hu/~dibusz/comenius/.../Fotonikus%20kristályok.ppt
4. http://www.nanotechnology.hu/reprint/NatGeo_2008_02_lepke.pdf
5. http://www.sg.hu/cikkek/54847/elektronikus_papir_fotonikus_kristalyokbol
6. [http://www.vilagtudomany.hu/index.php?data\[mid\]=7&data\[id\]=1325&nanotechnology--a-lepkeszarnyaktl-az-okostelefonokig](http://www.vilagtudomany.hu/index.php?data[mid]=7&data[id]=1325&nanotechnology--a-lepkeszarnyaktl-az-okostelefonokig)
7. <http://www.nanotechnology.hu/magyarul/Mindentudas/Mindentudas%20Egyeteme.htm>

Melléklet

Szerző: Fülöp Diana Bernadett

Felkészítő tanár: Szász Ágota

Iskola: Bolyai Farkas Elméleti Líceum, Marosvásárhely

Lakcím: Románia, Marosvásárhely, 540344 B-dul Pandurilor 2/6

E-mail cím: dia_berni@yahoo.com