# Pitanja – nanoznanost

1. **Navedi tehnike kojima je moguće proizvesti nanostrukture uz kratki opis svake od njih.**

Tehnike proizvodnje: top down i bottom up.

Top down je metoda u kojoj se iz mikro svijeta i to progresivnom minijaturizacijom postojećih tehnologija dolazi na nivo nano svijeta. Ta metoda je vrlo jednostavna, ali je u praksi sve teže i teže stvarati sve manje jedinice. Dugujemo joj računalnu revoluciju. Primjeri litografija, FIB. Litografija je proces proizvodnje uzoraka na površinama sa nanometarskom točnošću.

Bottom up je metoda kojom se gradi od malih molekula iz kompleksa molekularnig struktura uz pomoć kemijskih i biokemijskih metoda prema većima.

1. **Što je grafen? Kako ga možemo proizvesti? Koje su mu karakteristike (usporedi teorijska predviđanja i eksperimentalne rezultate). Koje su moguće primjene grafena?**

Grafen je poznata dvodimenzionalna alotropska modifikacija ugljika, a uz to je i najsvestraniji materijal ikad otkriven na Zemlji. Istovremeno i najtanji i najjači, gotovo providan, a toliko gust da ni najmanji atomi plina ne mogu proći kroz njega. Odličano provodi struju, jači od čelika, a rastezljiv  i do 20%.

Metode proizvodnje: mehanička eksfolijacija (jednostavna „selotejp“ metoda kojom se dobiju najkvalitetniji, ali maleni uzorci, komad grafita secira se sloj po sloj dok se ostane jedan sloj debljine samo jednog atoma), CVD rast (rast na metalima, potreban je transfer na podlogu, velika površina, ali više defekata), epitaksijalni grafen ( termalna dekompozicija SiC).

Svojstva grafena:

Neobično je čvrst, a u isto vrijeme i savitljiv. U poređenju ‘lista’ grafena sa čelikom, šest je puta lakši, ima pet do šest puta manju gustoću, dva puta tvrđi sa deset puta jačom čvrstoćom i trinaest puta savitljiviji.

Ove karakteristike bi mogle imati izuzetno veliki uticaj na budućnost gradnje vozila, a posebno na avio industriju, koja uveliko ovisi o omjeru čvstoće i težine materijala.

S obzirom na njegovu fleksibilnost, novi i radikalan dizajn mogao bi biti dostupan za sve vrste vozila. Osim toga, grafen je materijal koji se može i reciklirati, što ga čini relativno lakim i jeftinim za proizvodnju.

Najveći problem je što grafen visoke kvalitete nema zabranjeni pojas, odnosno ako se upotrijebi u nekoj poluvodičkoj tehnologiji, ne može ga se ugasiti (dovesti u stanje kada ne vodi struju). Stoga će se, ukoliko želimo koristiti grafen u budućoj poluvodičkoj tehnologiji, morati u njega projektirati zabranjeni pojas što će rezultirati smanjenjem pokretljivosti elektrona na razine koje se danas mogu naći kod poluvodičkih materijala.

* 2D materijal, ali termodinamiki stabilan
* Heksagonalna rešetka (pčelinje saće), heksagonalna Brilouinova zona
* Disperzija je konusna u Diracovim točkama
* Uzduž kx ili ky disperzija je linearna
* Nosioci – Diracovi fermioni s nultom masom
* Poluvodič s nultim zabranjenim pojasom – polumetal s nultim preklapanjem pojaseva
* Veliak pokretljivost
* Velika brzina zasićenja nosilaca
* Kompaktibilan s CMOS procesom

Primjene:

Premda je gotovo providan i dobar je električni vodič, grafen je prikladan za izradu providnih ekrana osjetljivih na dodir, svjetlosnih panela i solarnih ćelija. Pomiješan s plastikom, omogućava izrade laganih i superjakih kompozitnih materijala za sljedeću generaciju satelita, zrakoplova i automobila.

Grafen nudi fizičarima mogućnost za proučavanje dvodimenzionalnih materijala s jedinstvenim svojstvima i zahvaljujući njemu mogući su eksperimenti koji omogućuju nove uvide u fenomene kvantne fizike. Očekuje se da će grafenski tranzistori zamijeniti silicijske i omogućiti izradu još djelotvornijih računala. Grafenski tranzistor mogao bi teoretski raditi i brže i na višim temperaturama u odnosu na klasične silicijske.

Bio-inženjering:

Zbog svojstava kao što su velika površina, električna vodljivost, čvrstoća i mala debljina mogao bi proizvoditi brze i učinkovite bioelektrične senzorske uređaje sa sposobnošću praćenja razine glukoze, hemoglobina, kolestelora.

1. **Navedi neke od primjena nanostruktura i nanotehnologije i objasni za svaku od navedenih primjera u čemu je prednost nanotehnologije. Sve o grafenu, struktura, svojstva, nacin dobivanja, primjena, ocekivanja u buducnosti.**

**Kozmetika:**

U kozmetičkoj industriji trenutačno postoje dvije glavne primjene nanotehnologije: u kremama za sunčanje i nekim proizvodima protiv starenja. Tradicionalne kreme za sunčanje s visokom zaštitom (SF30+) sadrže mikročestice TiO2 i ZnO, a krema je bijela i gusta. No ako se koriste manje nanočestice krema postaje nevidljiva ljudskom oku, a istovremeno još uvijek odbija UV-zračenje.

Krema za sunčanje s nanočesticama stoga nudi jednako visoku zaštitu, no više nije gusta i bijela, već prozirna i lakše se razmazuje. Bolje se upija i ravnomjernije se nanosi, pa pruža odličnu zaštitu.

**Sport:**

Biciklistički okviri rade se od ugljikovih vlakana radi omjera čvrstoće i težine koji je prema istraživanjima 18% veći od aluminija i 14% veći od čelika.

Smola se često sastoji od ugljikovih nanocijevi cilindrične nanostrukture. Sve zajedno, pomoću ugljikovih vlakana čini bicikl vrlo snažnim i laganim. Okviri bicikala mogu se proizvoditi lakši nego ikada prije.

Moguće je kupiti teniske rekete s iznimno otpornim i čvrstim nanovlaknima. Nanovlakna se kombiniraju s uobičajenim materijalom od kojeg su napravljeni reketi te im pružaju iznimnu čvrstoću bez mijenjanja ostalih karakteristika materijala.

U golfu se proizvode palice za golf (slika 4) koje koriste ugljikove nanocvjevčice koje čine palicu jačom te efikasnije prenose energiju udarca čime golf loptica leti brže.

U skijanju se koristi skijaški vosak koji povećava otpornost na trošenje, otporan je na vodu te omogućuje da skije brže i bolje klize po snijegu.

Nanotehnologija se korsiti kako bi se napravili lakši štitnici i ostala oprema čineći sportaša bržim i okretnijim nego ikad. Osim što su lakši, nanomaterijali čine štitnike za ramena i čvršćima. Koriste se i nove kacige koje su čvršće i sigurnije upravo kako bi se smanjio broj potresa mozga kod sportaša koji su vrlo česti.

Primjena nanotehnologije u sportu, bilo u golfu, bejzbolu ili tenisu, poboljšava učinak sportaša te čini sport ugodnijim za sportaša. Moguće je spriječavanje ozljeda, od onih lakših do težih što je jedna od vrlo bitnih pozitivnih strana primjene nanotehnologije u sportu.

Također, primjena nanotehnologije poboljšava omjer čvrstoće i težine sportske opreme. Kao posljedica toga, sportska oprema ima na primjer veću otpornost na trošenje, povećanu čvrstoću, produljeno trajanje korištenja.

1. **Što su hibridni materijali? Što su hibridne solarne ćelije i hibridne LED?**

Hibridni materijali su višefazni materijali koji spajaju svojstva različitih vrsta materijala. Pokazuju fazno razdvajanje na molekulnoj razini. Hibridni materijali s polimernom matricom nazivaju se nanokompozitima, to su materijali budućnosti. Nanokompoziti se koriste u pakiranjima (prozirnost, lakše recikliranje), sportskoj opremi (teniske loptice).

Organsko – hibridni materijali s

1. **Karakterizacija nano struktura.**

Električna

* strujno naponska
* kapacitivno naponska
* DLTS
* služi i pripremanju uzoraka za električna mjerenja

Strukturna

* osnovna karakterizacija je još uvijek TEM
* uz TEM koriste se AFM i STM
* nadalje, koristi se SAXS-small angle xray scattering (primjer za to je sinkrotron); onda oni otoci i sve nepravilnosti koje SAXS vidi u strukturi

Optička

* fotoluminiscencija - materijal apsorbira pa opet otpušta foton. Zapravo se radi o pobuđivanju materijala na višu energetsku razinu te se vraćanjem na nižu emitira foton valne duljine koja odgovara razlici energetskih razina. Trajanje ovog postupka je jako kratko - 10ns.

?

3D strukture – velika specifična površina i druga vrhunska svojstva, imaju široki spektar primjene u području katalizatora, magnetskih materijala, elektroda i baterija. Mogu poboljšati prijenos molekula. Nano cvijet.

2D dvodimenzionalne – Kvantne jame – kvantizacija se događa u samo jednom smjeru, dok se čestica može gibati u preostala dva. Jednostavni geometrijski oblici koji se mogu iskoristiti kao građevni blokovi za ključne komponente nano uređaja. Za razvoj senzora, nano reaktora. Nano listovi, nano zidovi, nano diskovi, prizme.

1D kvatne žice - zatočenje čestica u dvije dimenzije što rezultira slobodnim kretanjem samo u jednom smjeru, širok spektar primjena. Idealni sustavi za istraživanje velikog broja novih pojava na nano razinama. Utjecaj na nano elektroniku, alternativne izvore energije. Nano žice, nano cvjevčice, nano pojasevi

0D bezimenzionalne stukture – kvantizacija u sve tri dimenzije, kvantne točke, šuplje sfere, proučavanje u svjetlosnim diodama ( LED), solarnim ćelijama, tranzistorima.

1. **Nanostrukture u svakodnevnom zivotu, industriji, znanosti, biologiji, sve sto znas**
2. **Ugljikove nanostrukture (dobivanje, svojstva, primjena).**

0D – Fulereni

– sferični fulereni, mogu se koristiti za spremanje molekula vodika, u proizvodnji fotonaponskih ćelija i u medicini za direktno dostavljanje lijeka

1D - Ugljikove nanocijevi

* Koriste se u radu sklopova do frekvencija od 1 THz
* Može se koristiti pri proizvodnji optoelektroničkih elemenata
* Moguća kontrola prolaska pojedinog atoma
* Problemi su kod kontrole promjera, pozicije i orijentacije

2D - Grafen

* Jednoatomni sloj, termodinamički sloj, osjetljiv na dodir
* Koristi se u proizvodnji e-papira, savitljivih OLED i superkondenzatora

3D - Nanodijamant

Ima onaj jedan tekst na webu o tom.

1. **Izvod izraza zavisnosti širine zabranjenog područja kvantne točke o dimenzijama ( na 1D primjeru potencijalne jame ) - zaokružit jel se smanjenjem dimenzija gap povečava il smanjuje**

Smanjivanjem veličine kvantne točke povećava se razlika između energetskih razina odnosno povećava se širina zabranjenog područja.

Na taj način se kontrolira frekvencija emitirane svjetlosti.

1. **Što je MBE**

Molecular Beam Epitaxy

* Bottom-up način dobivanja nanostruktura
* Slično kao termičko naparavanja samo što zahtjeva visoku razinu vakuuma
* Koristi se za proizvodnju većeg broja tranzistora koji se koriste u smartphonovima
* Najčešće korišteni materijal je galij arsenid

1. **Međuatomske veze i hibridizacija**

**Primarne:**

1. Ionska – javlja se između električne prirode, nije usmjerena u prostoru, spojevi kristalne prirode

* nastaje  između metala i nemetala ( metal gubi elektrone i postaje kation, a nemetal prima elektrone i postaje anion, veza je elektrostatske prirode
* zbog jakih sila ionski kristali su tvrdi, imaju visoka vrelišta i tališta.Ionski spojevi su dobro  topljivi u vodi (NaCl, LiCl)
* Ionska veza je jača što je razlika elektronegativnosti elemenata veća, a ionska veza je jača što je veći nabojni broj iona.

1. Kovalentna – prostorno usmjerene veze, niska vodljivost pri niskim T za čiste kristale

* nastaje međusobnim povezivanjem atoma nemetala
* Prilikom stvaranja kovalentne veze formira se zajednički elektronski par tako da svaki atom daje po jedan elektron u zajednički elektronski par
* Ravnopravnost podjele zajedničkog elektronskog para ovisi o elektronegativnosti elemenata.
* Ovisno o broju zajedničkih elektronskih parova koji povezuju atome razlikujemo jednostruku, dvostruku i trostruku kovalentnu vezu
* Duljina kovalentne veze je udaljenost između jezgara vezanih kovalentnom vezom
* Pretežno u kristalima sa jednom vrstom atoma (dijamant, silicij, germanij)

1. Metalna – nije usmjerena u prostoru, visoko koordinirane strukture velike gustoće, velika električna vodljivost

* ostvaruje se između atoma metala
* U kristalnoj rešetki metala dolazi do preklapanja atomskih orbitala jer su bliske po energiji i stvaraju se molekulske orbitale
* Tako se iz pojedinih vrsta atomskih orbitala stvaraju elektronske vrpce (zone)
* U kristalnoj rešetki metala ima više energijskih nivoa nego što ima elektrona da ih popune
* Zato su metali dobri vodiči struje, topline i tipično sjajne reflektirajuće površine

**Sekundarne:**

1. Van der Waalsova veza

* slabije od međuatomskih veza
* ovise o veličini čestica (što su čestice veće, to je među njima više dodira pa su i privlačnije sile jače)
* o jakosti ovih sila ovise tališta i vrelišta tvari pa i agregatno stanje tvari – vrelišta rastu porastom relativnih atomskih masa, odnosno porastom veličine atoma i molekula

1. Vodikova veza

* elektrostatske prirode
* nešto jača od van der Waalsovih sila, ali slabija od međuatomskih veza
* spojevi među čijim molekulama postoje vodikove veze imaju mnogo viša tališta i vrelišta od očekivanih vrijednosti jer su i privlačne sile među molekulama jače
* u sastavu molekule mora biti vodik i molekula mora biti polarne građe – atom vodika povezuje susjedne atome

**Hibridizacija**

Hibridizacija je matematički postupak u kojem se linearnim kombiniranjem valnih funkcija energijski bliskih orbitala stvaraju nove hibridne orbitale. Hibridne orbitale su rezultat kombinacije atomskih orbitala istog atoma.

Hibridizacija je proces miješanja atomskih orbitala istog atoma. Miješanje orbitala je to jače što je manja razlika u njihovoj energiji. Broj hibridnih orbitala uvijek je jednak broju atomskih orbitala koje se miješaju.

* hibridizacija je miješanje najmanje dviju različitih atomskih orbitala
* hibridizirati se mogu samo one orbitale koje se malo razlikuju u energiji
* broj nastalih hibridnih orbitala jednak je broju atomskih orbitala iz kojih su nastale
* hibridizacija zahtjeva dodatnu energiju koju sustav vrati nakon nastajanja veze
* hibridizacija se nikad ne primjenjuje na izolirani atom, koristi se samo za objašnjenje postojeće strukture molekule

Postoje sp, sp2, sp3 , dsp2 ,dsp3 ,d2sp3 ,d4sp3.