

MODUL:

Kemija v nanotehnologiji: Preizkus sončnih krem in fotokatalitični test

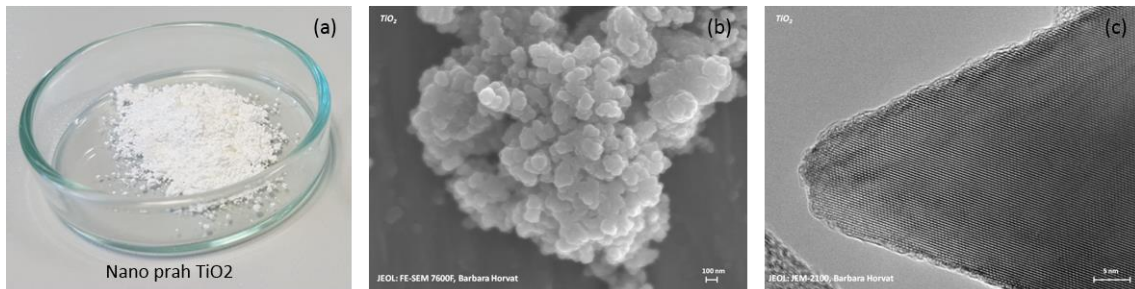
OPIS PODROČJA:

Nanoznanost in nanotehnologija sta že vrsto let zelo zanimivi na področju razvoja novih materialov. Materiali v tako imenovani nano obliki ali nano velikosti imajo zaradi svoje majhnosti (velikosti med 1 nm in 100 nm) posebne fizikalno-kemijske lastnosti in veliko specifično površino (tj. veliko površino glede na volumen). Nanomateriali se vedno pogosteje uporabljajo v kozmetični, tekstilni, živilski in gradbeni industriji ter tudi v medicini. Tako lahko v naših domovih najdemo komercialno dostopne materiale nano velikosti, kot so titanov dioksid (TiO_2), srebro ter silicijev dioksid. Prvega uvrščamo v skupino oksidov prehodnih kovin in ga dodajamo najrazličnejšim izdelkom, pri katerih ima različno vlogo. Zelo pogosto se nahaja v kozmetičnih izdelkih kot so pudri in kreme, predvsem v sončnih kremah, kjer nas ščiti pred UV svetlobo. TiO_2 namreč razprši in odbija neželene UV žarke. V hrani se skriva v mikro in nano velikosti in sicer kot dodatek pod imenom E171. Dodaja se ga kot belilno sredstvo in ga najdemo v premazih žvečilnih gumijev, v bonbonih, suhi hrani itd. Vedno bolj se uveljavlja tudi kot samočistilni premaz za okna in fasade. TiO_2 ima namreč lastnost, da pod vplivom UV svetlobe postane hidrofilen in ne omaka površine, kar prepreči rosenje in hkrati čisti površino.

Možnosti uporabe titanovega dioksida je še veliko več. Število različnih uporab narašča zaradi velikega števila raziskav, ki se osredotočajo predvsem na titanov dioksid nano velikosti. V znanstvenih laboratorijih je največji del raziskav posvečen anatazni in rutilni polimorfni modifikaciji titanovega dioksida. Poznamo tudi brukit, ki ima manj uporabnih lastnosti. Vse tri polimorfne modifikacije najdemo v naravi, lahko pa jih sintetiziramo v obliki kristalov, tankih filmov in prahu. Delce je mogoče kristalizirati v velikosti nekaj nanometrov do nekaj mikrometrov. Sinteza TiO_2 lahko poteka v raztopini ali v plinski fazi. Vsak sintezni postopek ima svoje prednosti in pomanjkljivosti. Pri mokrem postopku (sinteza v raztopini) dobimo enakomerno velike delce, so pa uporabljene izhodiščne spojine večinoma drage. Sintezni postopek izberemo glede na želeno uporabo, saj sta od sinteznega postopka odvisni oblika ter velikost nanodelcev ter s tem njihove lastnosti.

Na področju medicine se nanomateriali uveljavljajo kot kontrastna sredstva za slikanje z nuklearno magnetno resonanco ter za dostavo zdravilnih učinkovin. Za slednje se uporabljajo magnetni nanodelci, ki jim obdelajo površino in nanjo vežejo zdravilno učinkovino. Te magnetne delce lahko potem z zunanjim magnetom vodijo na obolelo mesto.

Poleg vseh pozitivnih lastnosti nanomaterialov, se moramo zavedati tudi slabe strani teh malih delcev. Nanotehnologija je zelo kompleksno področje, z različnimi nanomateriali pa se nevede pogosto srečujemo. Ker so prisotni vsepovsod, jih lahko zaužijemo, vdihnemo ali pa vstopijo v naše telo skozi pore kože. Zaradi vseh naštetih možnosti se raziskovalci poleg razvoja novih nanomaterialov ukvarjajo tudi z vplivom nanodelcev na naše telo oziroma zdravje. Študij toksičnosti nanomaterialov nam pove, kaj se z njimi dogaja v našem telesu in ali nam lahko škodujejo.



Slika 1: Nano prah TiO_2 . (a) TiO_2 kot ga vidimo s prostim očesom, (b) skupek TiO_2 delcev in (c) posamezni nanodelec TiO_2 , kot ga vidimo s pomočjo elektronske mikroskopije.

O vrsti in uporabi nanomaterialov bi lahko napisali še veliko več, tu smo se omejili na nekaj primerov. Sedaj pa lahko še sami opazujete obnašanje delcev nano in mikro velikosti ter preverite, v katerem primeru so prisotni nanodelci. Pripravili smo dva enostavna eksperimenta.

MATERIAL:

Prvi primer: dve sončni kremi. Prva z nano delci TiO_2 , druga z mikro delci TiO_2 . Na policah v trgovini najdemo veliko število sončnih krem. Pri prebiranju deklaracije zasledimo, da določene vsebujejo nano TiO_2 , druge TiO_2 . Izberite kreme z višjim zaščitnim faktorjem..

Drugi primer: nano prah TiO_2 (Degussa P25), mikro prah TiO_2 (pigment), barvilo resazurin (10 mg/l), destilirana voda, pipeta, 2 spatuli, 3 čaše

METODE DELA:

1. Preizkus dveh sončnih krem. TiO_2 razprši UV žarke in nas ščiti pred opeklinami. Vaša naloga pa je, da opazite razliko med kremami in razumete, zakaj sta različni.

Prva vsebuje TiO_2 delce mikro-velikosti, druga TiO_2 delce nano-velikosti. Na roko nanesite manjši pas prve in druge kreme. Opazite kakšno razliko?

Razlaga: krema z mikro-delci ostane na površini kože kot debela bela plast. Krema z nano-delci pa se lepo absorbira v kožo. Obe kremi delujeta na enak način (odboj UV žarkov), vendar se zaradi velikosti delcev ena absorbira v kožo, druga ne.

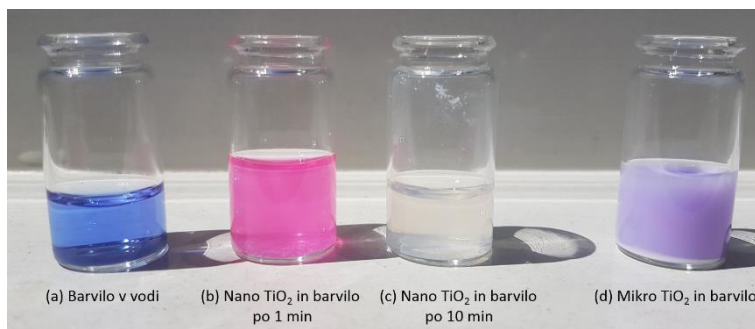
2. Predlagamo, da se učenci za izvedbo 2. dela vaje razdelijo v 4 skupine. Pri izvedbi vaje je potrebno biti pazljiv, da se kemikalij ne razpihuje, saj gre za kemikalije v obliki nanodelcev.

Fotokatalitični test. TiO_2 nano velikosti je fotokatalizator, kar pomeni, da ima sposobnost razgradnje organskih molekul, če ga osvetlimo s svetlobo primerne valovne dolžine. Pri tem eksperimentu ugotovite, kateri delci so nano velikosti in kateri mikro velikosti.

V tri 10 ml čaše nalijte po 5 ml raztopine barvila rasazurin. V prvo čašo dodajte konico spatule TiO_2 prahu nano velikosti in v drugo čašo konico spatule TiO_2 prahu mikro velikosti. V zadnji čaši pustite samo barvilo, za primerjalni test. Premešajte in opazujte spreminjanje barve raztopine. Sprememba barve bo še bolj intenzivna, če boste raztopino z nano prahom postavili na sonce. Po določenem času bo raztopina z nano prahom postala brezbarvna, ker bo TiO_2 razgradil barvilo. Raztopina z mikro prahom pa bo ostala nespremenjena, saj je mikro prah TiO_2 fotokatalitično neaktiven.



Slika 2: Nano prah TiO_2 in mikro prah TiO_2 .

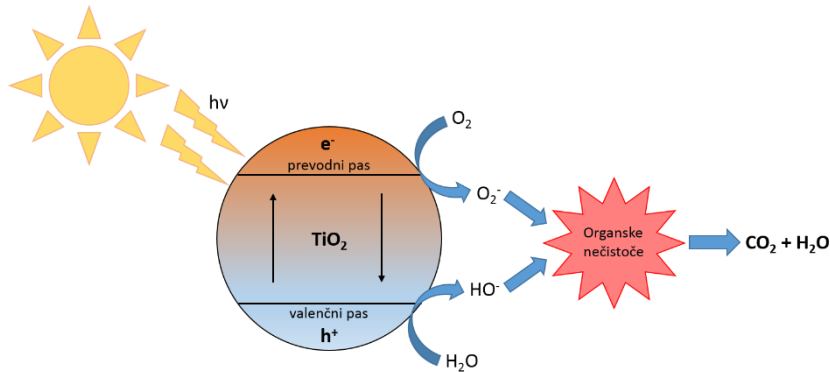


Slika 3: Reakcija med barvilom resazurinom in nano TiO_2 .

Razlaga: fotokatalitična reakcija (v tem primeru razgradnja barvila) poteka na površini nanodelcev, ne pa tudi na površini mikrodelcev. V primeru delcev nano velikosti so ti dovolj majhni, da razbarvajo (razgradijo) barvilo, kar se na površini fotokatalitično neaktivnih mikrodelcev ne zgodi.

Podrobna razlaga fotokatalize (višja raven):

Fotokataliza je kemična reakcija, do katere pride, ko fotokatalizator osvetlamo s svetlobo z dovolj veliko energijo. Valovna dolžina svetlobe, ki jo potrebujemo za vzbuditev elektronov v posameznem materialu, je odvisna od lastnosti tega materiala. Najbolj znan fotokatalizator je polprevodnik titanov dioksid, ki ga je potrebno osvetliti z valovno dolžino 390 nm ali manj. Svetloba s to valovno dolžino ima dovolj energije, da vzbudi elektrone v valenčnem pasu titanovega dioksida. Elektroni preidejo v prevodni pas, v valenčnem pasu pa nastanejo praznine. Elektroni in praznine potujejo na površino materiala, kjer reagirajo z molekulami vode ali hidroksidnimi ioni (praznine) oz. raztopljenim kisikom v vodi (elektroni). Pri teh reakcijah nastanejo aktivne komponente (najpomembnejši so hidroksilni radikali), ki oksidirajo organske molekule na površini fotokatalizatorja. Fotokatalitična reakcija poteka tudi na zraku in se uporablja za razgradnjo organskih nečistoč v vodi ali zraku.



Slika 4: mehanizem fotokatalize.

REZULTATI:

Opazujte eksperimente in opišite kaj se zgodi in zakaj. V pomoč naj vam bo razlaga pri vsakem poskusu.

POROČILO:

Oba eksperimenta lahko posnamete, ali slikate. Drugi eksperiment se s časom spreminja. Kaj se dogaja in zakaj? Razložite.

Zakaj eksperiment poteče hitreje, če čaše postavimo na sončno svetlobo? Katera je valovna dolžina sončne svetlobe? Kaj se zgodi v čaši kjer je mikro prah TiO₂ (pigment)?

PREIZKUS PRIDOBLENEGA ZNANJA:

V: Kaj je nanotehnologija? Kaj pomeni predpona "nano"?

O: Nanotehnologija je področje, ki se ukvarja z materiali v tako imenovani nano obliki. Nano (običajno pred mersko enoto) pomeni 10⁻⁹ enote. Takšni delci imajo zaradi svoje majhnosti (velikosti med 1 nm in 100 nm), posebne fizikalno-kemijske lastnosti in veliko specifično površino (tj. veliko površino glede na volumen).

V: Kje vse se nahajajo nanomateriali?

O: Nanomateriali se nahajajo v kozmetiki, tekstilu, uporabljajo se v živilski in gradbeni industriji ter tudi v medicini. V živilski in gradbeni industriji se nahajajo kot polnila in premazi. V medicini pa kot nosilci zdravilnih učinkovin, ali kontrastna sredstva.

V: Naštej primere uporabe nanomaterialov.

O: V kozmetiki se nanodelci nahajajo v pudrih, šminkah, kremah, itd. kot belilno sredstvo. V sončnih kremah se uporabljajo, ker odbijajo UV žarke, v tekstilni industriji za premaze tekstilnih površin. Njihov namen je različen od uporabe materiala, npr. odbijajo vodo (samočistilni efekt). V živilski in gradbeni industriji se nahajajo kot polnila in premazi (ponovno za namen samočistilnega efekta). V medicini pa kot nosilci zdravilnih učinkovin, ali kontrastna sredstva.

V: Ali so nanomateriali potencialno toksični?

O: Dosedanje raziskave kažejo na možnost toksičnosti.

V: Katere eksperimente ste izvedli? Razloži prvi in drugi eksperiment.

O: Izvedli smo dva testa. Prvi je bil preizkus dveh krem za sončenje. Drugi pa test fotokatalitičnosti. Razlage so navedene v opisu vaj.

V: Kaj je fotokataliza?

O: Fotokataliza je kemična reakcija, do katere pride, ko fotokatalizator osvetlimo s svetlobo z dovolj veliko energijo. Znan fotokatalizator je titanov dioksid. Več o fotokatalizi boste spoznali, ko boste opazovali reakcijo pri izvedbi druge vaje.

USPEŠNOST OPRAVLJANJA VAJE:

Pripravljenost na vajo:			
Eksperimentalna izvedba vaje:			
Rezultati in naloge:			
Upoštevanje pravil varnostnega reda:			
Datum pregleda:		Podpis mentorja:	