

## MODUL:

Kemija v nanotehnologiji: Preizkus sončnih krem in fotokatalitični test

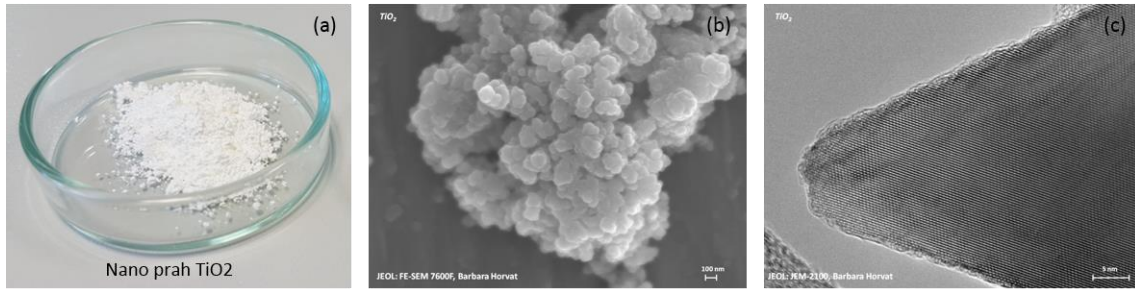
### OPIS PODROČJA:

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 ( $\text{TiO}_2$ ), 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.  $\text{TiO}_2$  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.  $\text{TiO}_2$  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  $\text{TiO}_2$  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  $\text{TiO}_2$ . (a)  $\text{TiO}_2$  kot ga vidimo s prostim očesom, (b) skupek  $\text{TiO}_2$  delcev in (c) posamezni nanodelec  $\text{TiO}_2$ , 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  $\text{TiO}_2$ , druga z mikro delci  $\text{TiO}_2$ . Na policah v trgovini najdemo veliko število sončnih krem. Pri prebiranju deklaracije zasledimo, da določene vsebujejo nano  $\text{TiO}_2$ , druge  $\text{TiO}_2$ . Izberite kreme z višjim zaščitnim faktorjem..

**Drugi primer:** nano prah  $\text{TiO}_2$  (Degussa P25), mikro prah  $\text{TiO}_2$  (pigment), barvilo resazurin (10 mg/l), destilirana voda, pipeta, 2 spatuli, 3 čaše

### METODE DELA:

1. Preizkus dveh sončnih krem.  $\text{TiO}_2$  razprši UV žarke in nas ščiti pred opeklinami. Vaša naloga pa je, da opazite razliko med kremami in razumete, zakaj sta različni.

Prva vsebuje  $\text{TiO}_2$  delce mikro-velikosti, druga  $\text{TiO}_2$  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.

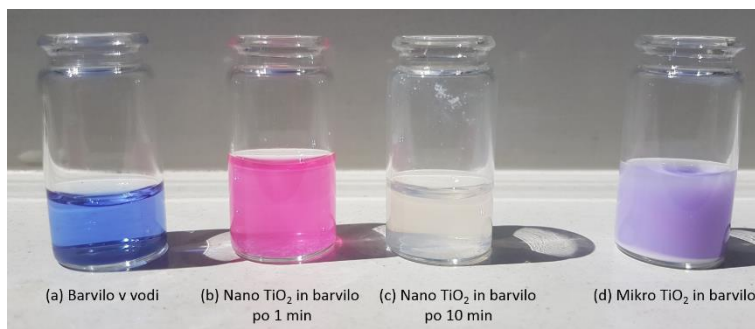
2. Predlagamo, da se učenci za izvedbo 2. dela vaje razdelijo v 4 skupine. Pri izvedbi vaje je potrebno biti pazljiv, da se kemikalij ne razpihuje, saj gre za kemikalije v obliki nanodelcev.

Fotokatalitični test.  $\text{TiO}_2$  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 resazurin. V prvo čašo dodajte konico spatule  $\text{TiO}_2$  prahu nano velikosti in v drugo čašo konico spatule  $\text{TiO}_2$  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  $\text{TiO}_2$  razgradil barvilo. Raztopina z mikro prahom pa bo ostala nespremenjena, saj je mikro prah  $\text{TiO}_2$  fotokatalitično neaktiven.



Slika 2: Nano prah  $\text{TiO}_2$  in mikro prah  $\text{TiO}_2$ .

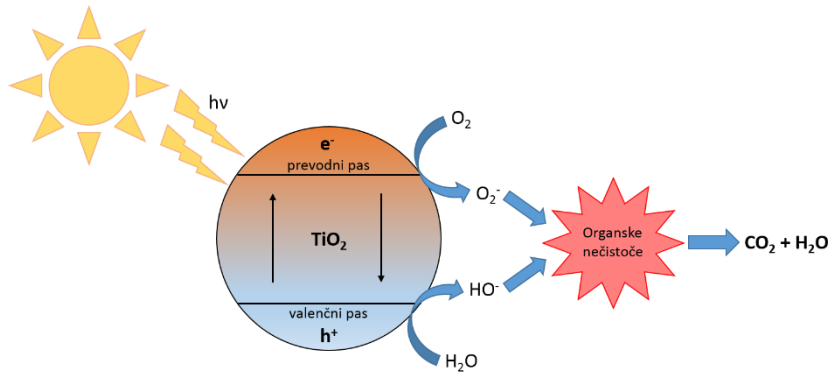


Slika 3: Reakcija med barvilom resazurinom in nano  $\text{TiO}_2$ .

**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 TiO<sub>2</sub> (pigment)?

### PREIZKUS PRIDOBLENEGA ZNANJA:

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

V: Kje vse se nahajajo nanomateriali?

V: Naštej primere uporabe nanomaterialov.

V: Ali so nanomateriali potencialno toksični?

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

V: Kaj je fotokataliza?

## USPEŠNOST OPRAVLJANJA VAJE:

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