



Nanotehnologije



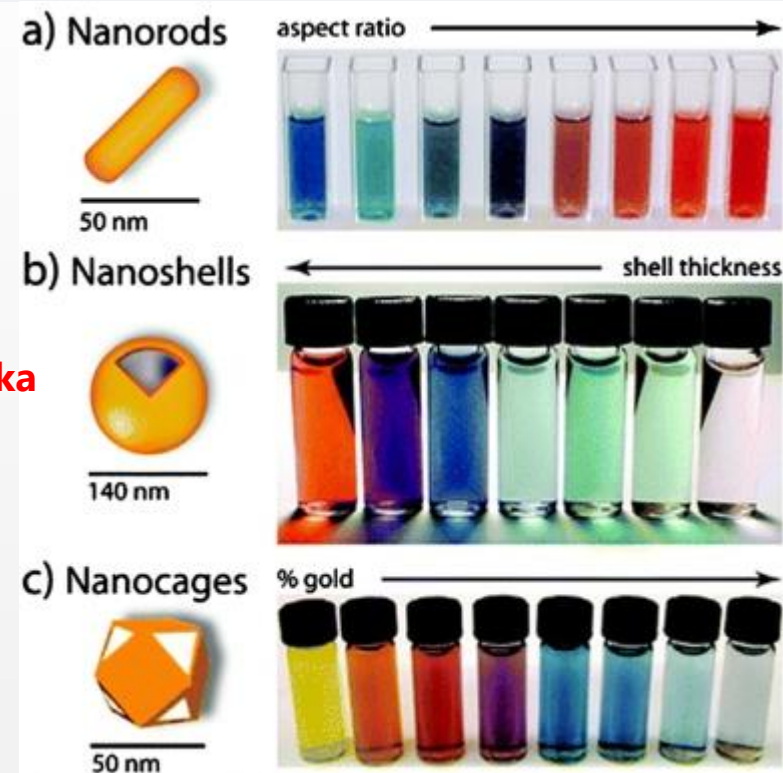
Nanomaterijali *nanočestice*

Vanr. prof. dr Pal Terek
Prof.dr Branko Škorić

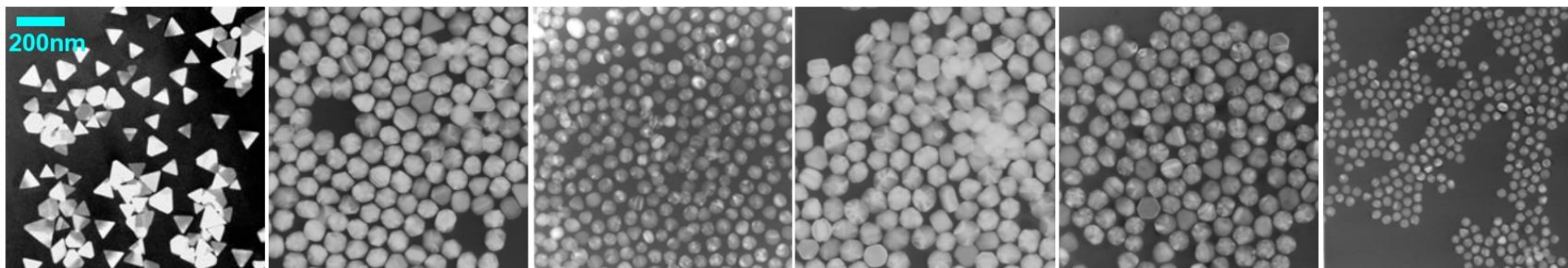
Nanočestice

- Materijal u obliku čestica koje su dimenzija ispod 20-nm, materijal čije su osobine u tom obliku potpuno drugačije
- **Osobine izuetno zavisne od dimenzija čestica**
- Za NČ manje od 50 nm ne važe klasični zakoni fizike, pre važe zakoni kvantne fizike
- **NČ nisu jednostavni molekuli sastoje se od: površine, ljuske i jezgra**

Refleksivnost čestica zlata u zavisnosti od oblika i dimenzija

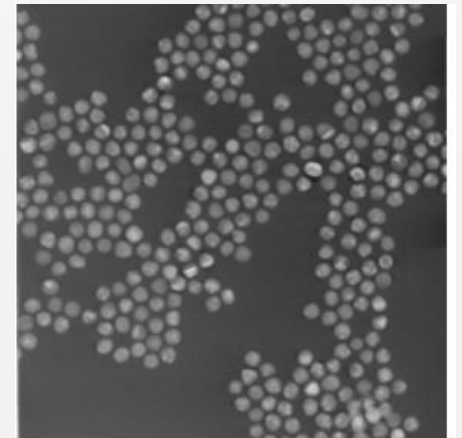
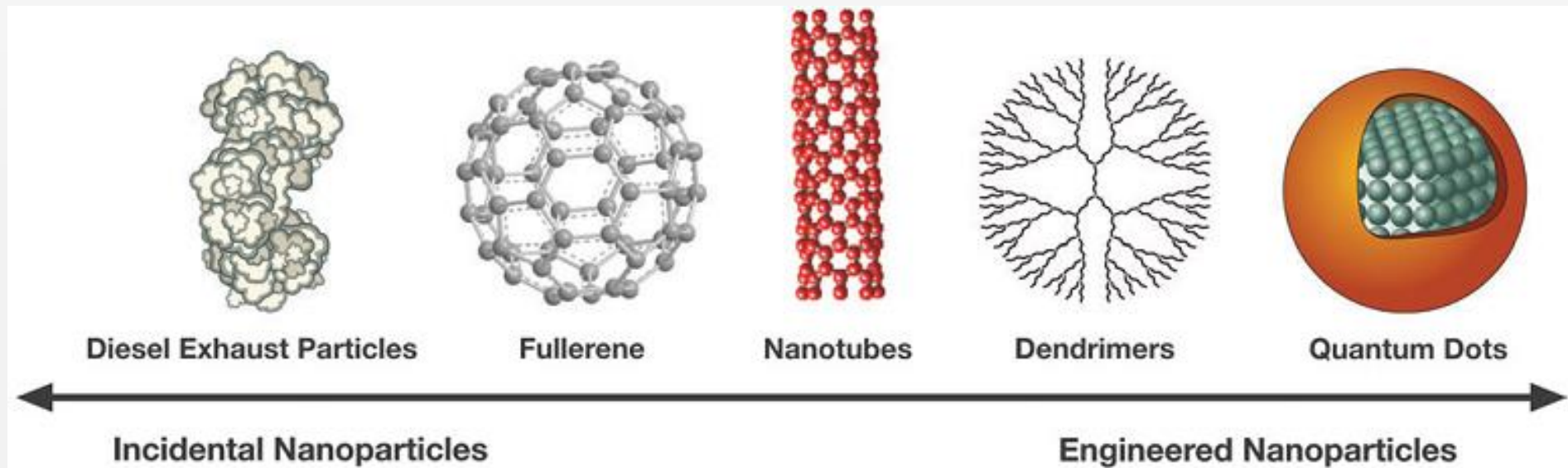


Ag Nanoprisms ~100 nm Au Spheres ~100 nm Au Spheres ~50 nm Ag Spheres ~120 nm Ag Spheres ~80 nm Ag Spheres ~40 nm



Nanočestice - Nanoprahovi

1. Nanomaterijali koji se svakako formiraju u obliku čestica
2. Konvencionalni materijali napravljeni u obliku čestica nanometarske skale - nanočestice ili nano prahovi



Nanočestice – povećanje površine

Smanjenje dimenzija čestice >> Enormno povećanje površine materijala

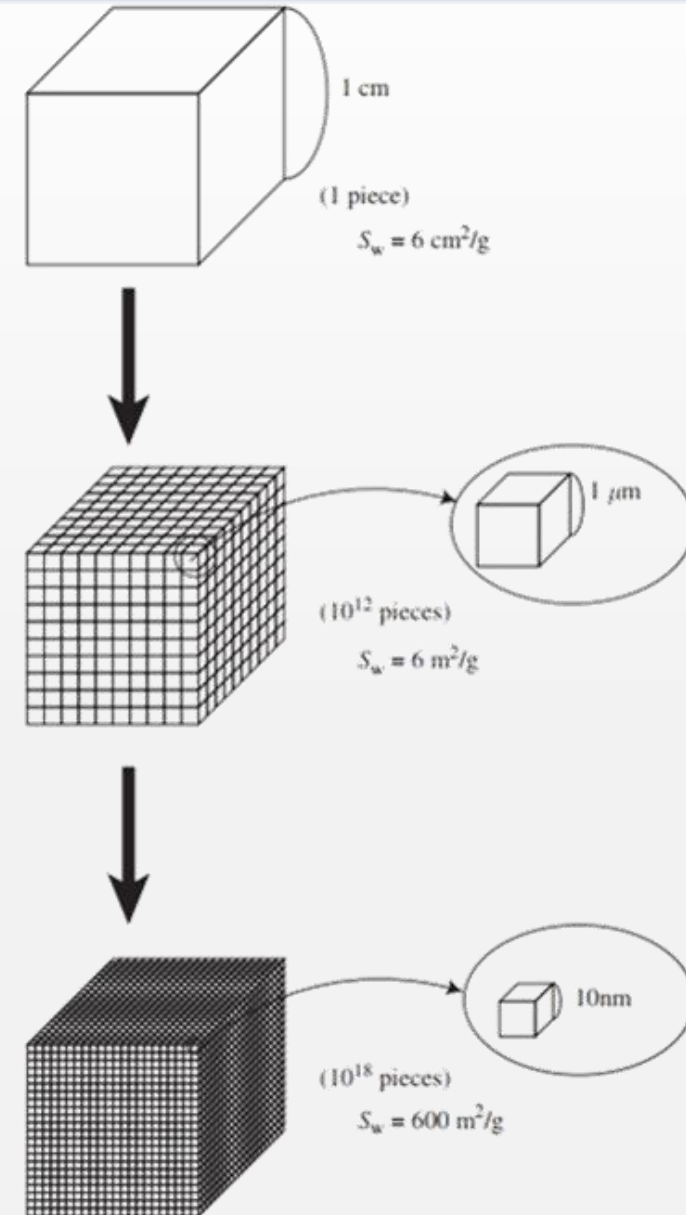
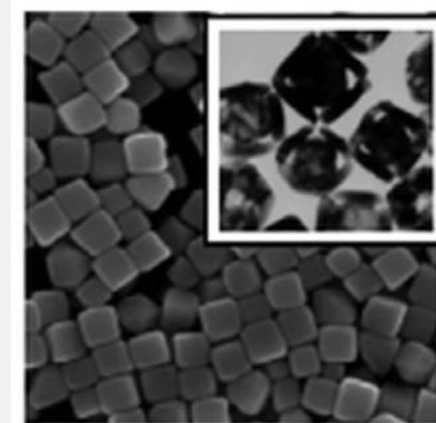
Broj atoma na površini materijala se povećava

Povećana rastvorljivost i reaktivnost materijala

Smanjenje veličine čestica utiče na veći broj fizičkih osobina materijala

- Morfološke/strukturne
- Termičke
- Mehaničke
- Elektromagnetne
- Optičke osobine..

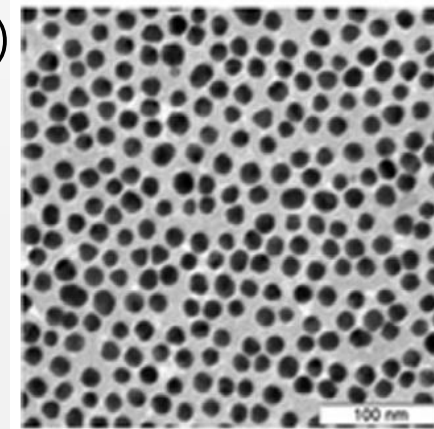
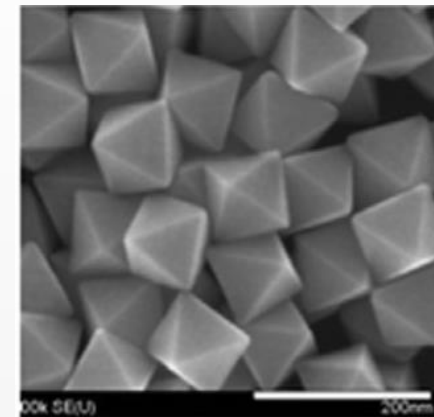
Efekat veličine (Size Effect)



Nanočestice – efekat veličine čestice

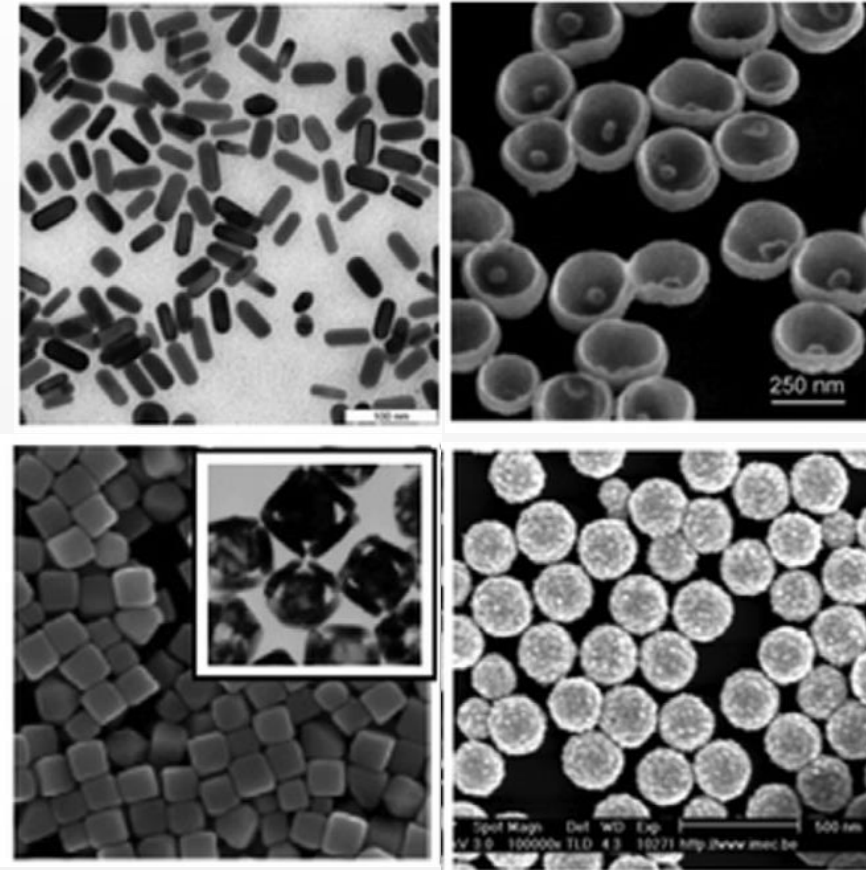
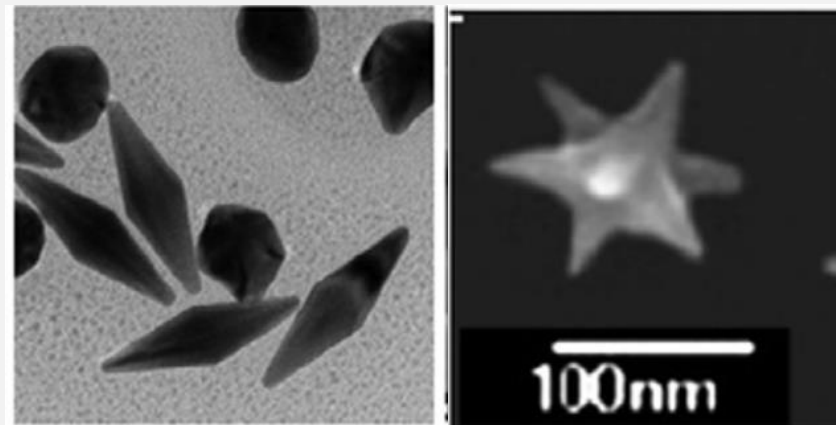
Osim veličine kontaktne površine može da utiče i na:

- Promenu kristalne rešetke unutar čestice (površinski naponi)
- Termičke osobine
 - Snižavanje temperature topljenja (Au - T_{toplj} sa 1050°C na 550°C)
veoma važno za tehnologije sinterovanja materijala
 - Visoka termička provodljivost \ll poboljšanje provodljivosti fluida (Cu-O, Al_2O_3)
- Promena dielektrične konstante i feromagnetnih osobina
- Povećanje mehaničkih osobina materijala
 - Primena kod novih kompozitnih materijala
 - Inženjerstvo površina, tribologija
- Efekat superplastičnosti materijala, nekoliko 1000 puta veći nego što je na povišenim temp ($0,5 T_{\text{toplj}}$)
 - Plastično deformisanje keramičkih materijala
- Lokalizovane plazmonske rezonance \ll primena u mikroskopijama i karakterizaciji



Nanočestice – osobine važne za primenu

- Veličina
- Oblik, veličina i distribucija dimenzija, aglomeracija
- Gustina
- Tačka topljenja i efekti kvašenja
- Površinske karakteristike i poroznost
- Postojanje sloja prevlake na njima
- Kompozitna struktura sačinjena od nanočestica
- Kristalna struktura
- Meh.,el., mag.



Nanočestice – osobine važne za primenu

- Disperzija nanočestica je ključ za njihove kvalitetne primene
- Aglomeracija čestica predstavlja veliki problem
- Kompozitne strukture omogućavaju lakšu manipulaciju nanočestica a zadržavaju se većine osobina i dodaju još neke osobine

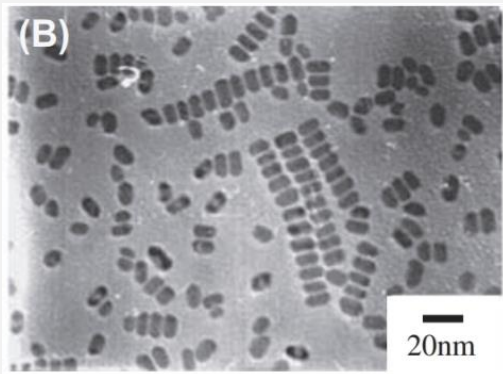
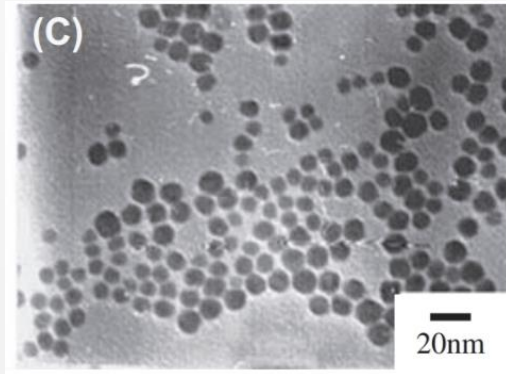
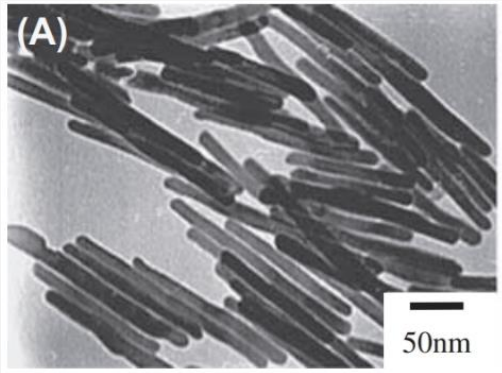
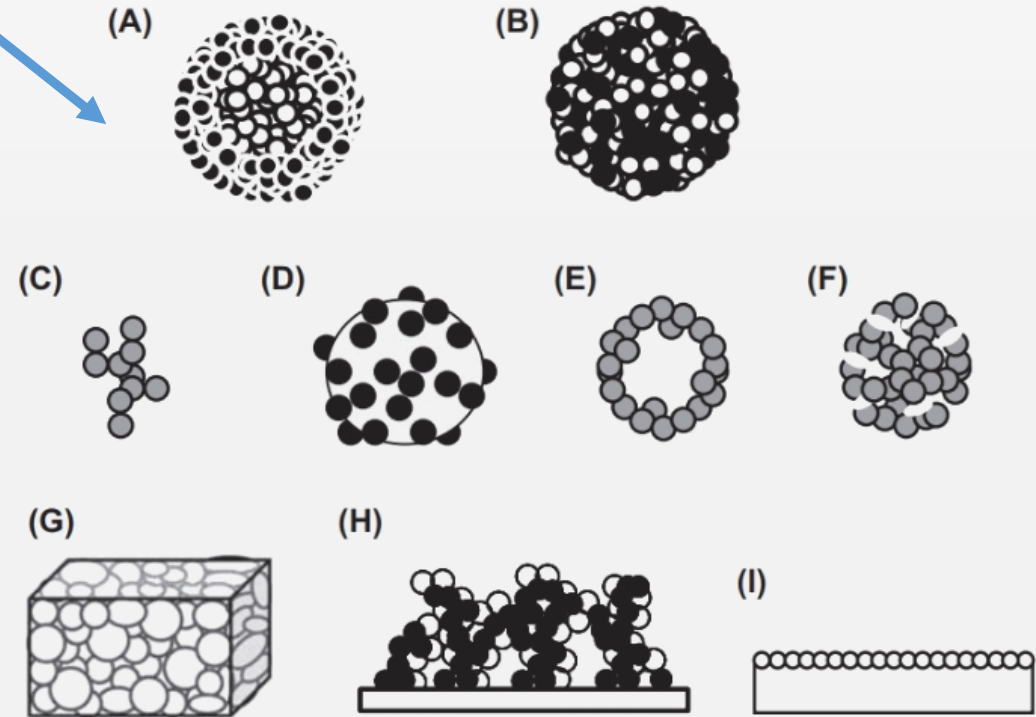


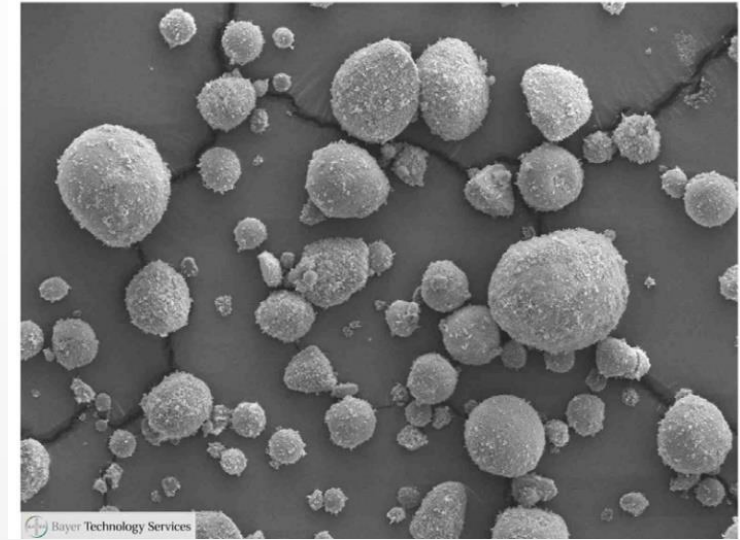
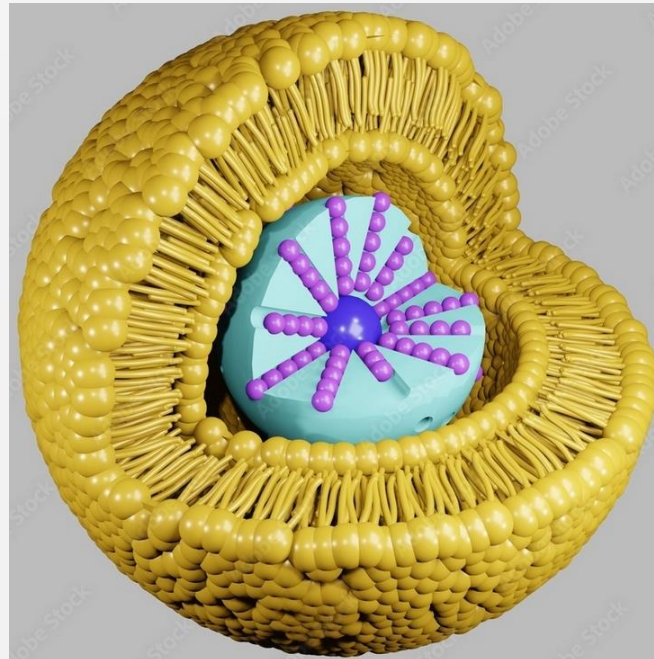
TABLE 1.7.1 Classification of Composite Structure of Nanoparticles

Classification	Type of composite structure
1. The composite structure using nanoparticles.	(a) core-shell, (b) internal dispersion, (e) hollow, (f) porous.
2. The composite structure formed from agglomeration of nanoparticles.	(a) core-shell, (b) internal dispersion, (c) agglomeration, (d) coating (surface modification), (e) hollow (f) porous.
3. The composite structure body fabricated from nanoparticles.	(g) nano dense body, (h) nano porous body, (i) nanothin film.



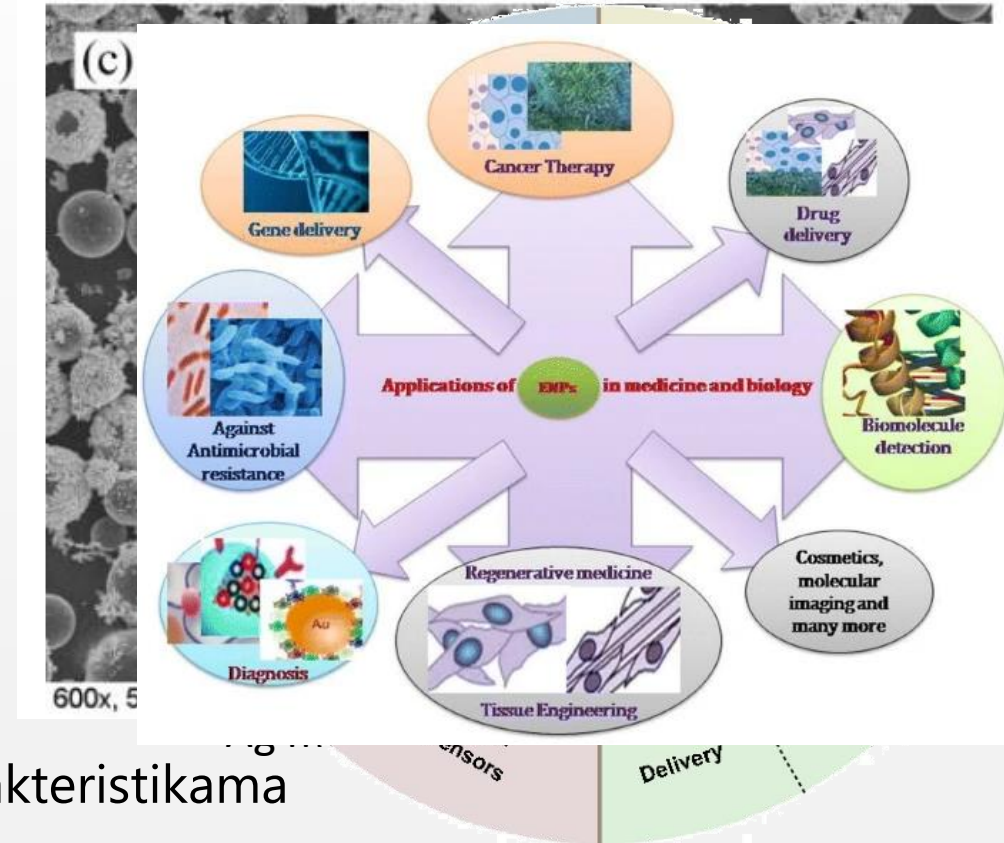
Nanočestice - podela

- Ugljenične nanočestice
- Metalne (Ag, Au, Pt, Zn...)
 - Optičke karakterisitike
 - Dobre osobine za biomedicinu
- Keramičke (Al-O, Ti-O, BaTiO, Fe-O ...)
- Poluprovodničke
- Polimerne
- Lipidne



Nanočestice primena

- Razvoj novih materijala, prevlake, adheziva, maziva
- Prehrana – pakovanje...
- Biomedicinska primena << Antimikrobne primene
- Dostava lekova
- Karakterizacija i dijagnostika hemijskih supstanci
- Kozmetika
- UV filteri – TiO, ZnO
- Nano filteri
- Nano elektronika različitog tipa sa specijalnim optičkim karakteristikama
- Prečišćavanje vode od teških metala (Hg, Pb, Ta, Ca, Ar) << Fe-O
- Energetika i energetska efikasnost (optičke, katalitičke osobine)
Prikupljanje, skladištenje, generisanje energije



Nanočestice – primer primene

- Nanočestice za vatrogasne kombinezone
- $\text{TiO}_2/\text{SiO}_2$ čestice od 35nm povečavaju trajnost polimernih vlakana od kojih se izađuju vatrogasna odela
- Specifičnim efektima se sprečava i prodor otrovnih gasova kroz odelo





Hvala na pažnji