

NANOBIOTEKNOLOGIYA

XXI əsrin texnologiyası

Mühazirə 3

Nanohissəciklər və Nanomaterialların

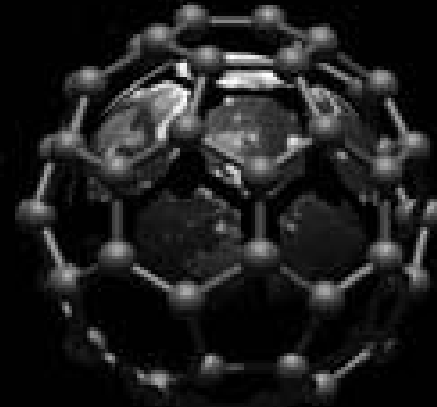
təsnifatı

Dr. İsmət Əhmədov

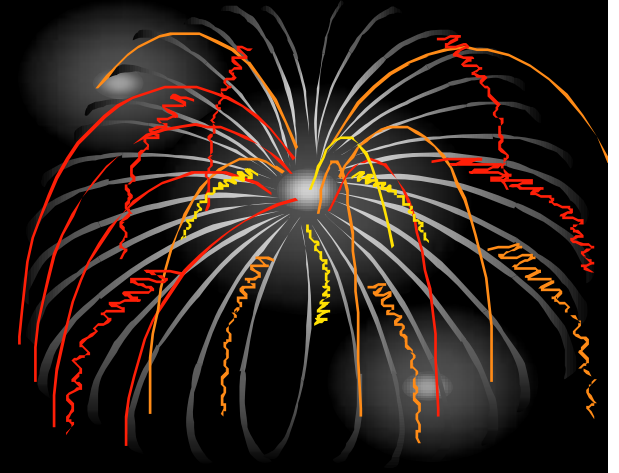
Bakı Dövlət Universiteti
Nanoaraşdırmalar Mərkəzinin
aparıcı elmi işçisi

Tel: 4189067 iş
3350923 mobil

E-mail: ismet522002@yahoo.com

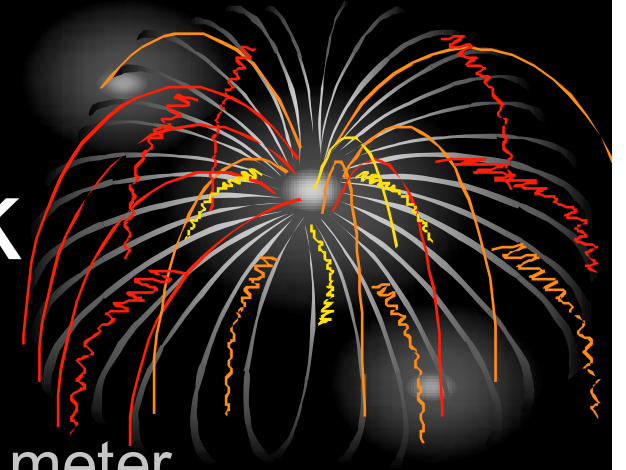


Ölçü vahidləri



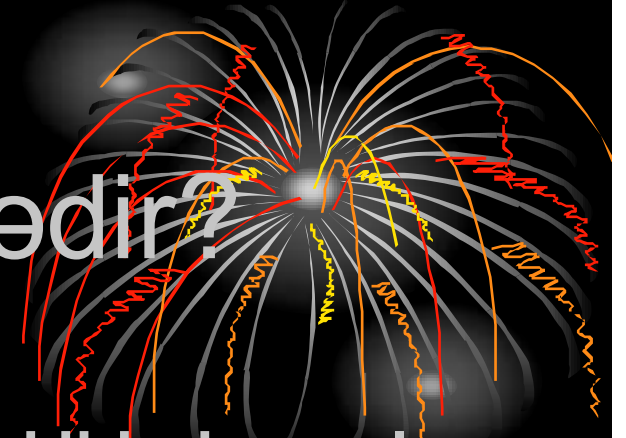
- **Vahidlər**
- **Metr (m)**
- **Millimetr (mm) = 10^{-3} m**
- **Mikrometr (μm) = 10^{-6} m**
- **Nanometr (nm) = 10^{-9} m**
- **Pikometr (pm) = 10^{-12} m**
- **Femtometr (fm) = 10^{-15} m**

Böyük və kiçik



- Kainat $\sim 10^{26}$ meter
- Süd Yolu Galaktikas $\sim 10^{21}$ meter
- Işıq ili $\sim 10^{16}$ meter
- Günəş sistemi $\sim 10^{14}$ meter
- Günəş $\sim 10^9$ meter
- Hüceyrə $\sim 10^{-6}$ meter
- Zülal $\sim 10^{-9}$ meter
- Atom $\sim 10^{-9}$ meter
- Kimyəvi rabitə $\sim 10^{-10}$ meter
- Atomun nüvəsi $\sim 10^{-15}$ meter

Nanohissəciklər nədir?



- Ölçüləri 0.1 - 100 nm tərtibində, tərkibində sayıla bilən sayda atom və molekullar olan istənilən üzvü və ya qeyri üzvü maddə
- Nanotexnologiya atom və molekullar səviyyəsində operasiyalar edir. Bu miqyası təssəvür etmək üçün nanohissəcik futbol topu ilə necə müqayisə olunursa futbol topu da yer kürəsi ilə elə müqayisə olunur.
- Nanotexnologiya ilə biotexnologiyanın hibridi təbiidir belə ki, bioloji sistemlərdə baş verən proseslərin əksəriyyəti atom və molokul səviyyəsində baş verir.

Nanohissəciklərin makroaləmin maddələri ilə müqayisəsi

1. Qlükoza molekulunun diametri: 1 nm 1	İnsan tükünün qalınlığı: 0,050 mm 50 000	İnsan tükünün qalınlığı: 0,050 mm 1	Boyu 170 sm olan normal adam 50 000
2. Diametri 8 nm olan qızıl nanohissəcik 1	Diametri 8 cm olan alma 10 000 000	Diametri 8 cm olan alma 1	Yerin diametrinin 65%-i 8 170 km 10 000 000
3. Hüceyrədaxili misella Diametri 13 nm 1	Sabun köpüyündən yaranan şarlar diametri 1,3 sm 10 000 000	Sabun köpüyündən yaranan şarlar diametri 1,3 sm 1	Yerin diametri 12 576 km 10 000 000
4. Kvant nöqtəsi diametri: 20 nm 1	1 qəpiklik dəmir pulun diametri: 1,9 sm 10 000 000	1 qəpiklik dəmir pulun diametri: 1,9 sm 1	Ayın diametrinin 55%-i 1,9050 km 10 000 000
5. Hemoqlobinin zülalının diametri: 6,5 nm 1	Güllənin diametri: 6,5 mm 1 000 000	Güllənin diametri: 6,5 mm 1 000 000	Vatikan dövlətinin ərazisinin diametrindən 3 dəfə çox: 6,5 km 1 000 000

The Scale of Things – Nanometers and More

Things Natural

Ant
~ 5 mm

Dust mite
200 μm

Human hair
~ 60-120 μm wide

Fly ash
~ 10-20 μm

Red blood cells with white cell
~ 2-5 μm

~10 nm diameter
ATP synthase

DNA
~2-12 nm diameter

Atoms of silicon
spacing ~tenths of nm

Things Manmade

Head of a pin
1-2 mm

Micro Electro Mechanical (MEMS) devices
10 - 100 μm wide

Pollen grain
Red blood cells

Zone plate x-ray "lens"
Outer ring spacing ~35 nm

Self-assembled, Nature-inspired structure
Many 10s of nm

Nanotube electrode

Carbon buckyball
~1 nm diameter

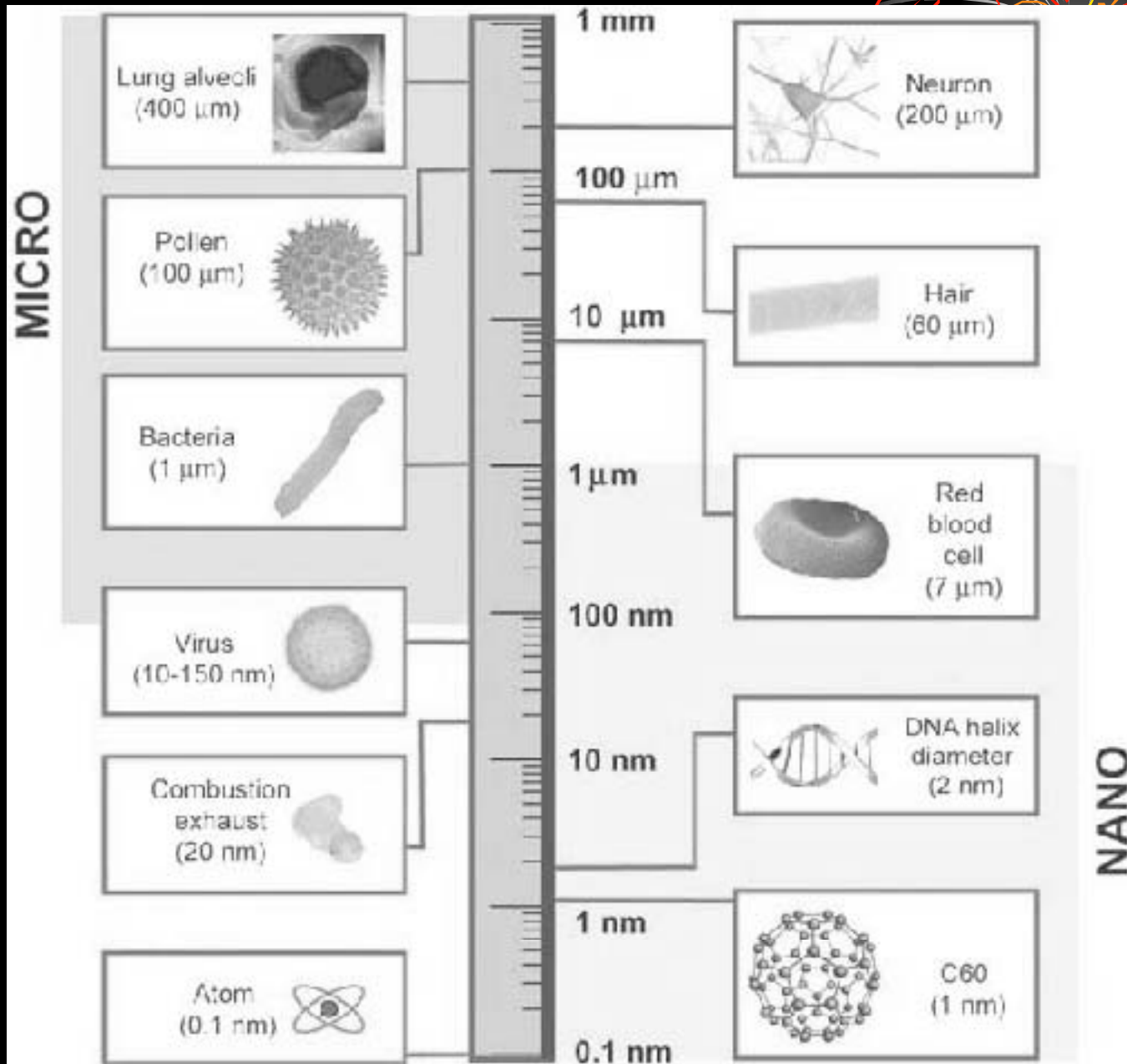
Carbon nanotube
~1.3 nm diameter

Quantum corral of 48 iron atoms on copper surface
positioned one at a time with an STM tip
Conal diameter 14 nm

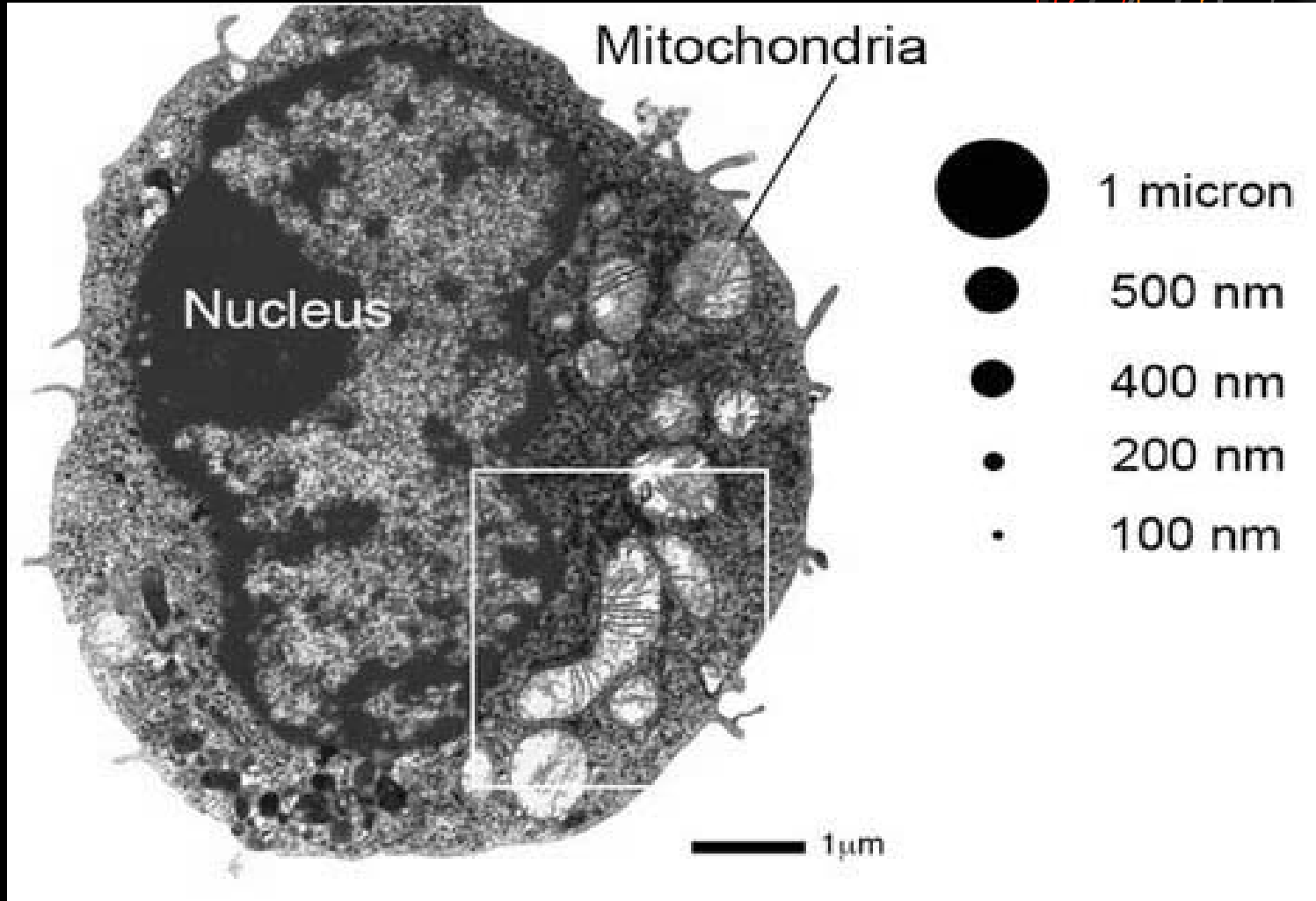
The Challenge

Fabricate and combine nanoscale building blocks to make useful devices, e.g., a photosynthetic reaction center with integral semiconductor storage.

Loqarifma xətkəşində nano və mikro ölçülü bioloji strukturlar göstərilmişdir.



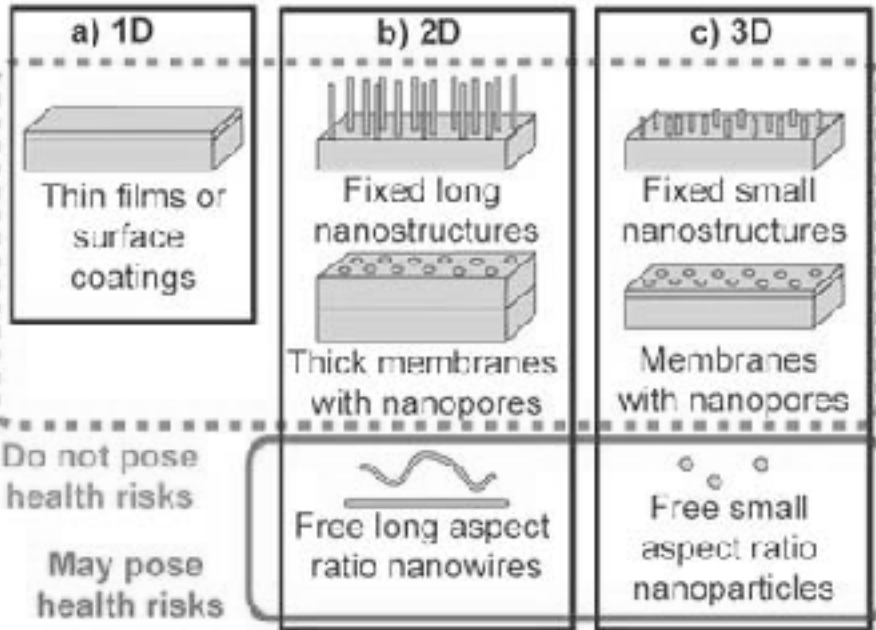
Siçanın makrofaq hüceyrəsinin nanohissəciklərlə müqayisəsi. İnsanın makrofaq hüceyrəsi iki dəfə siçanın makrofaq hüceyrəsindən böyükdür.



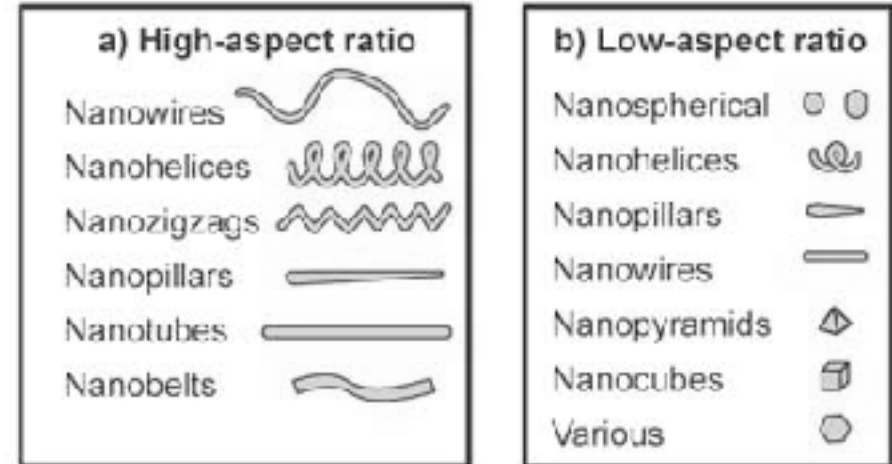
Nanoquruluşlu materialların təsnifatı morfologiyası, kompozisiyası, uniforması və aqlomerat halları



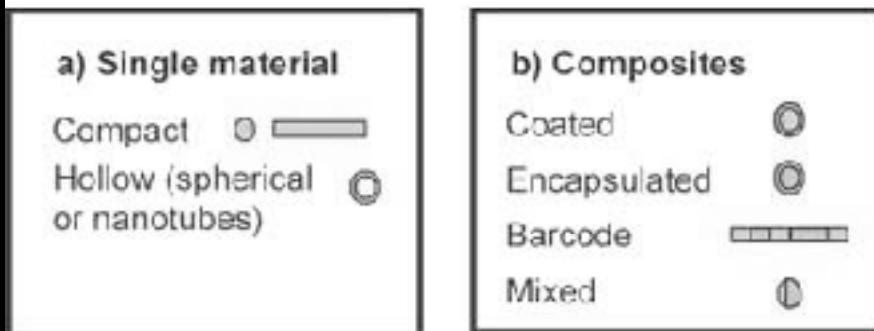
1) Dimensionality



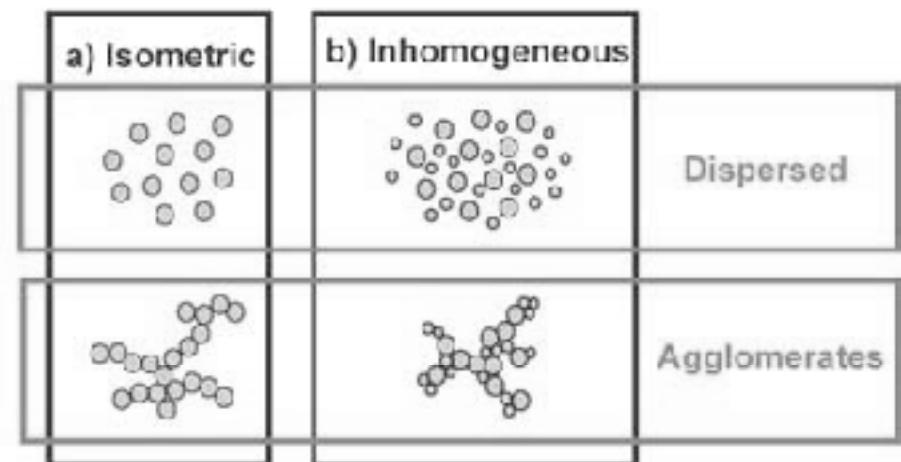
2) Morphology



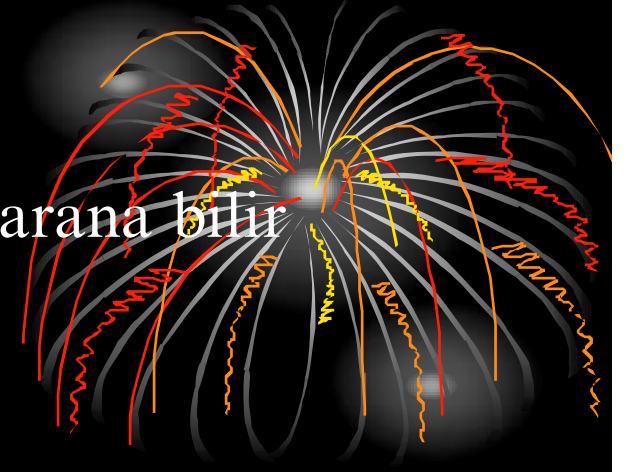
3) Composition



4) Uniformity & agglomeration state



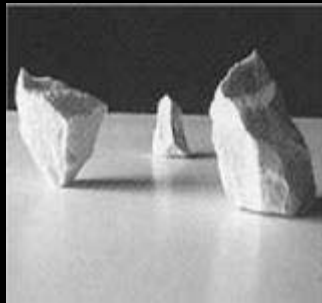
Təbiət hadisələri zamanı nanohissəciklər yarana bilər



Meşə yangınlari zamanı yaranan hissəciklər



◆ Dəniz sulu tozu

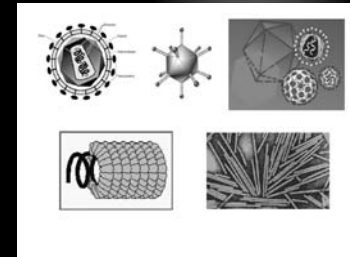


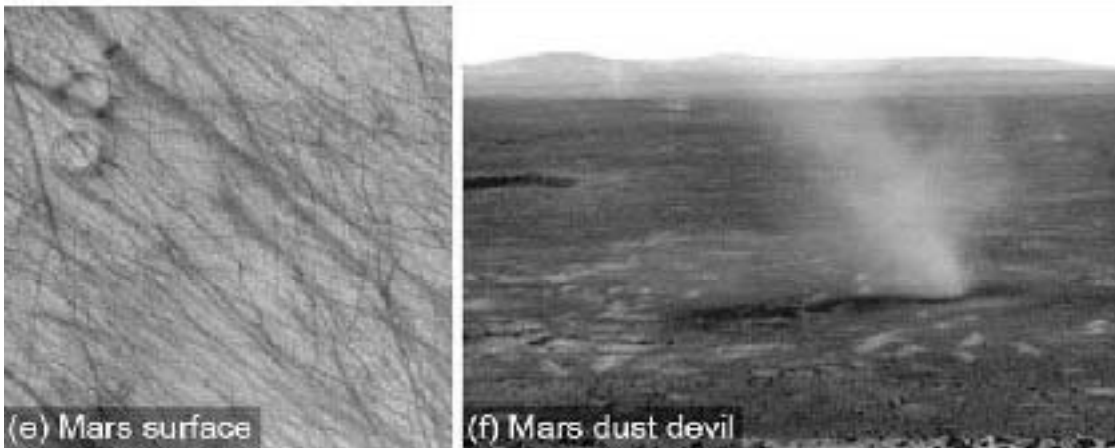
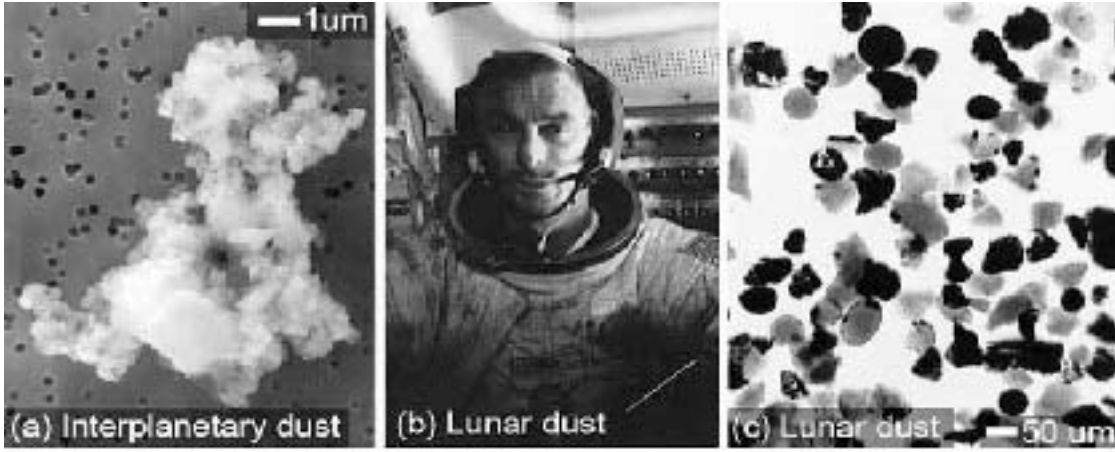
◆ Mineralların tərkibində yaranan hissəciklər



Vulkan püskürməsi zamanı yaranan hissəciklər

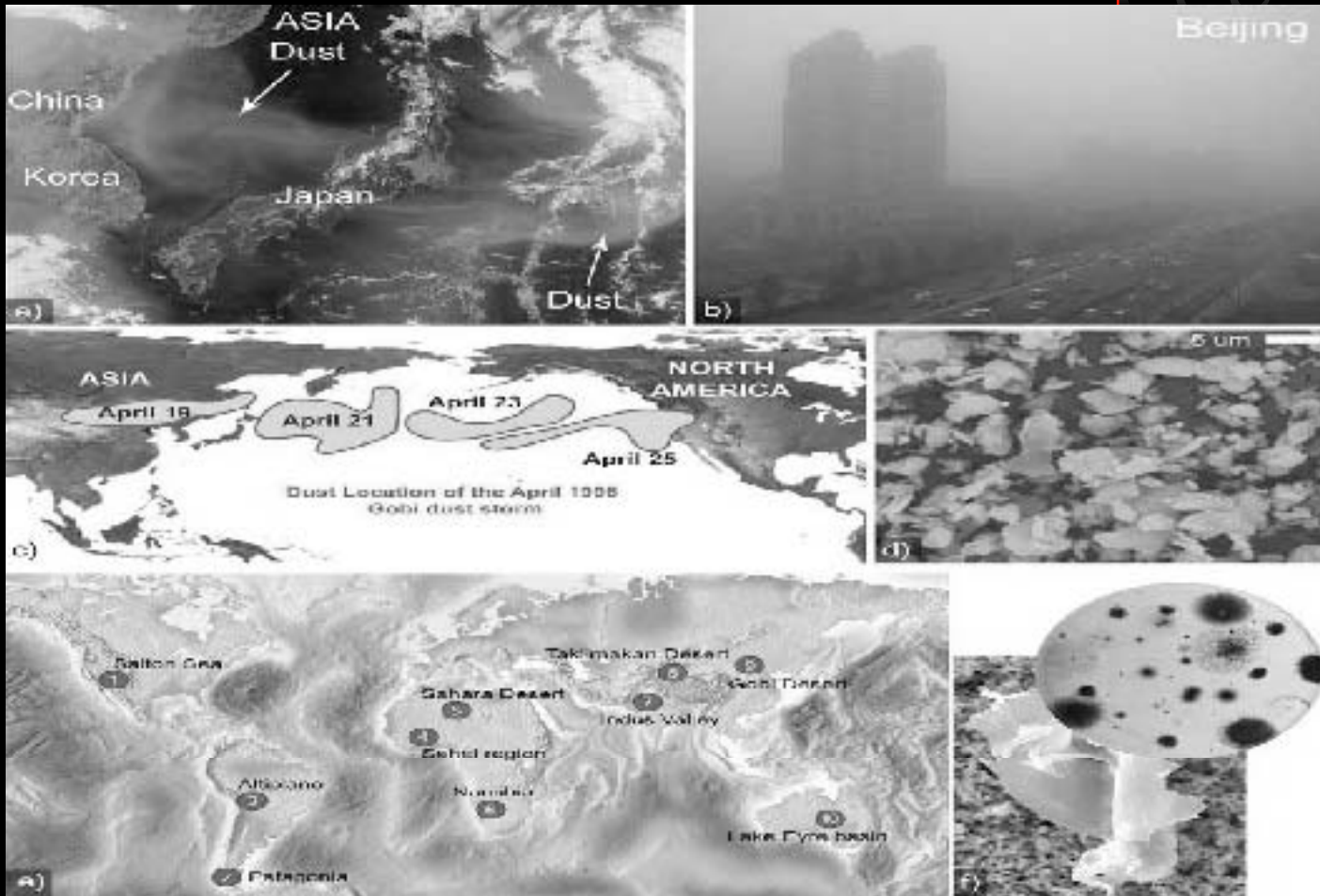
◆ Viruslar

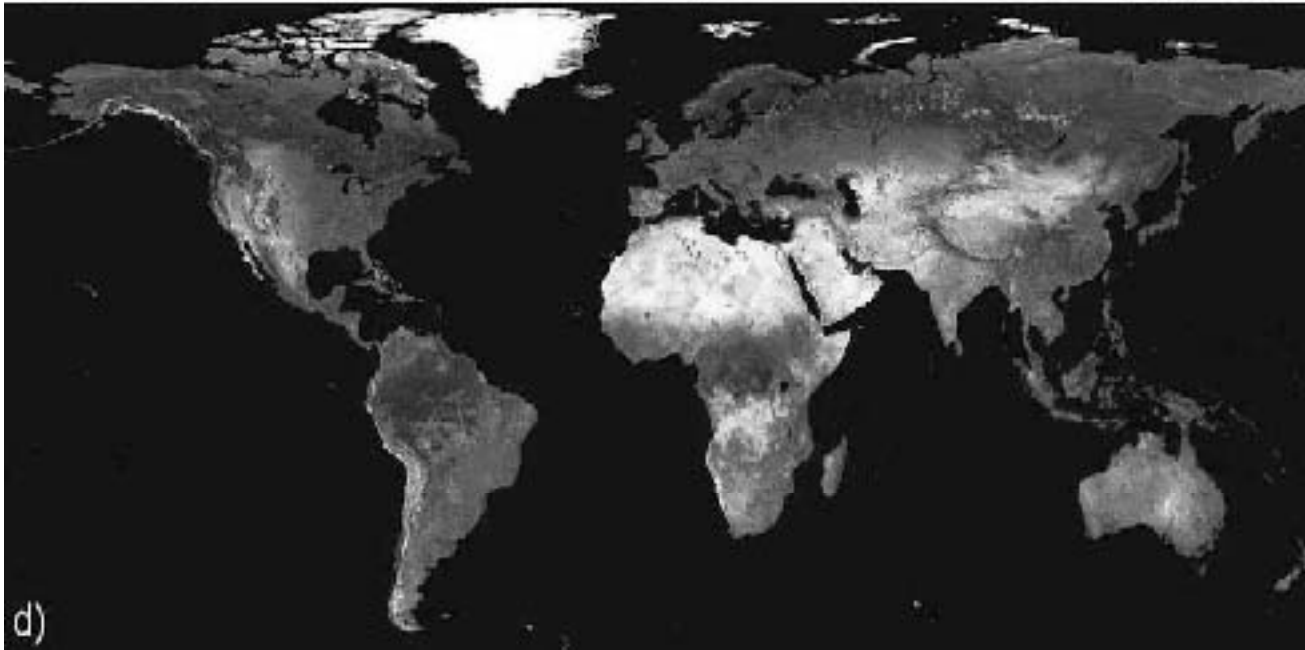
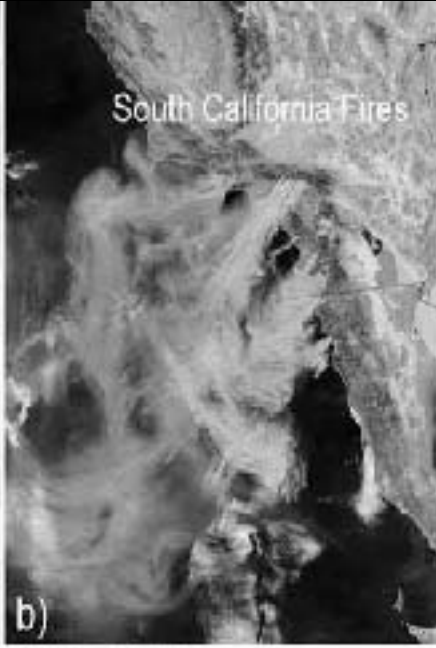
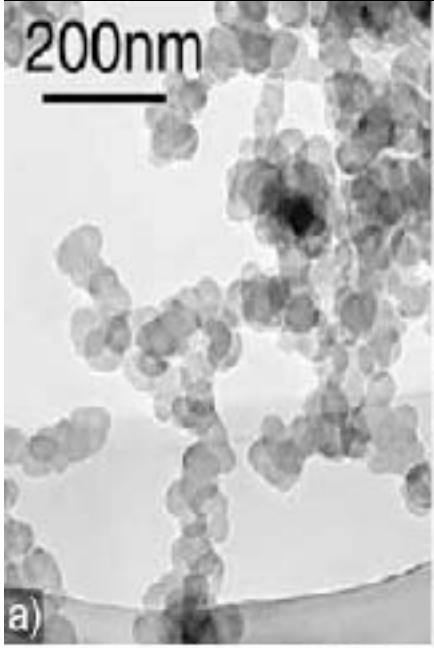





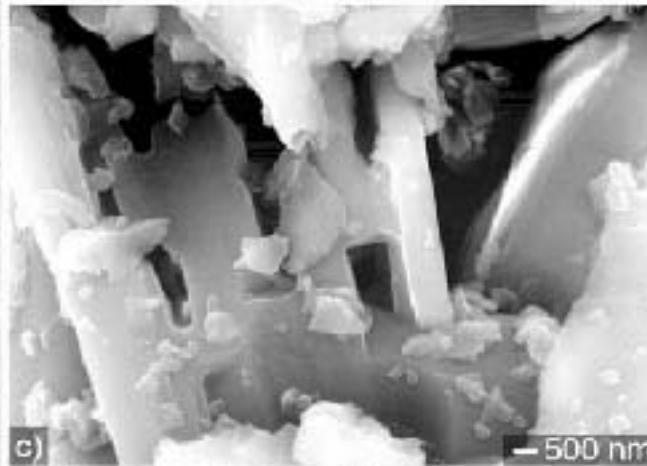
Nanohissəciklər
a) Planetlərarası fəzada
b) Astronavtların skafandrında
c) Ayın səthində olan reqolitdə
d) Marsda baş verən qum tufanında
e) Marsın səthində
f) Marsın səthində yaranan burulğanda

Qum tufanlarının makro və mikro miqyasda şəkilləri . (a) Çin dənizi üzərində yaranan tüstü duman 2002-ci il peyk şəkilli ; (b) Pekində qum tufanı; (c) Gobi səhrasında 1998-ci ildə yaranan qum tufanı Amerika sahillərinə qədər çatmışdı ; (d) Asiya səhralarından götürülmüş qumda nanohissəciklər ; (e) Planetimizdə 10 qum tufanı mənbələri ; (f) Şimali Amerikaya qədər çatan Afrika tüstüsünün tərkibində tapılmış bakteriyalar



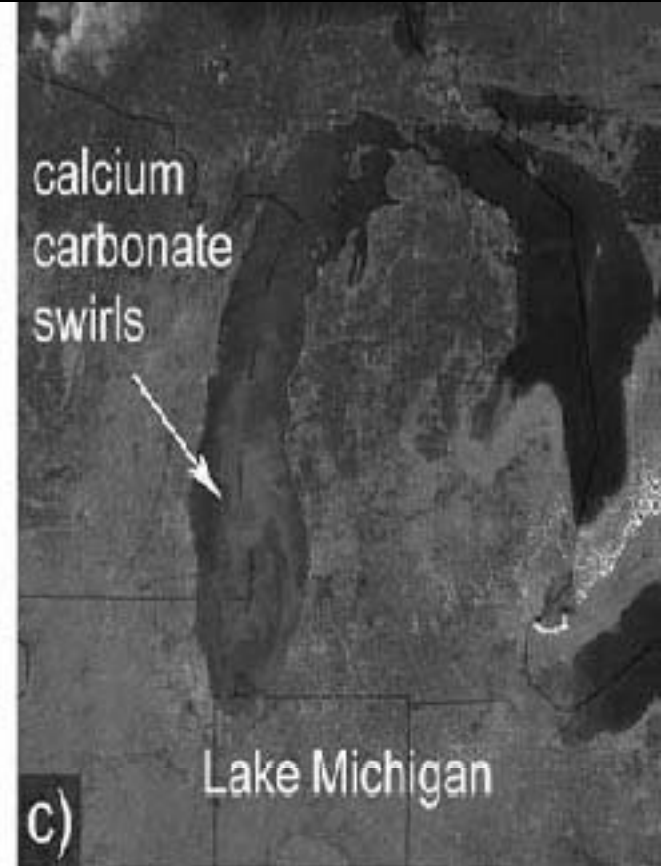
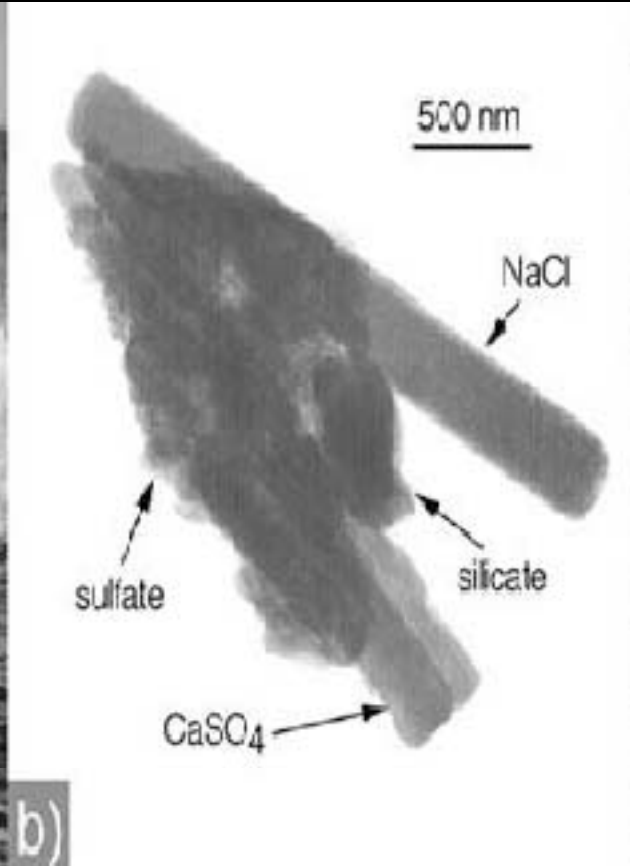


- 
- a) Zambiyada baş verən yanğının tüstüsündə olan nanohissəciklərin TEM şəkli
- b) Cənubi Kaliforniyada baş verən yanğın, peyk şəkli
- c) Mərkəzi Amerikada baş verən yanğının tüstüsü
- d) Planetimizdə aktiv yanğın mənbələri



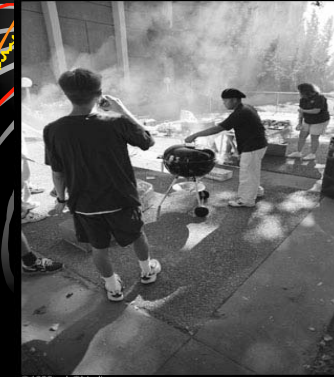
a) St. Helen vulkanının 1980-
ci ildə püskürməsi
b) Rabaulu püskürməsi,
İngiltərə 1984-cü il
c) Helen vulkanının
tüstüsündə olan
nanohissəciklər
d) İnsanın ayağında limfa
düyünlərinin xəstəliyi
zamanı yaranan şişlərin
səthində nanohissəciklər
tapılır
e) Ruandada vulkan tərkibli
dəmir oksid çökdükdən
sonra
f) Afrika kaposis -sarkoma,
limfa və qanın xərcəngi
zamanı ayaqlarda yaranan
nanohissəciklər

- (a) Dəniz dalğalanan zaman nanohissəciklər yarana bilər; (b) Dəniz suyunun Mineral larının TEM şəklili (c) Miçiqan gölündə cu axarları kalsium karbonat kristalları yaradır və onların tərkibində nanohissəciklər olur



İnsanın fəaliyyəti zamanı təsadüfən yaranan nanohissəciklər

- Yemək hazırlayarkən ocaqda yaranan nanohissəciklər



- Dizel mühərriklərdən ayrılan hissəciklər



- Qaynaq işləri zamanı



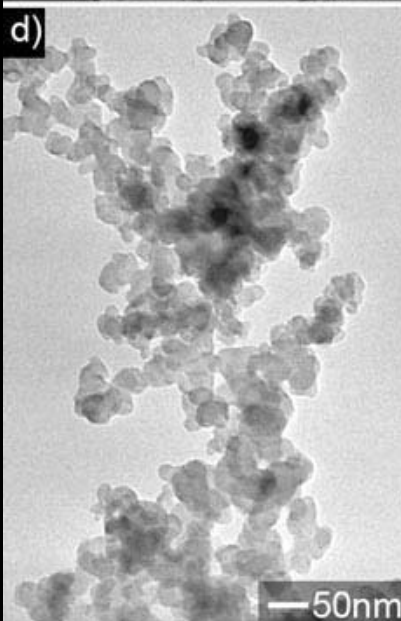
- Sənaye tullantılarından ayrılan hissəciklər



Qum tozanağı zamanı

Evlərin daxilində havanın çirklənməsi

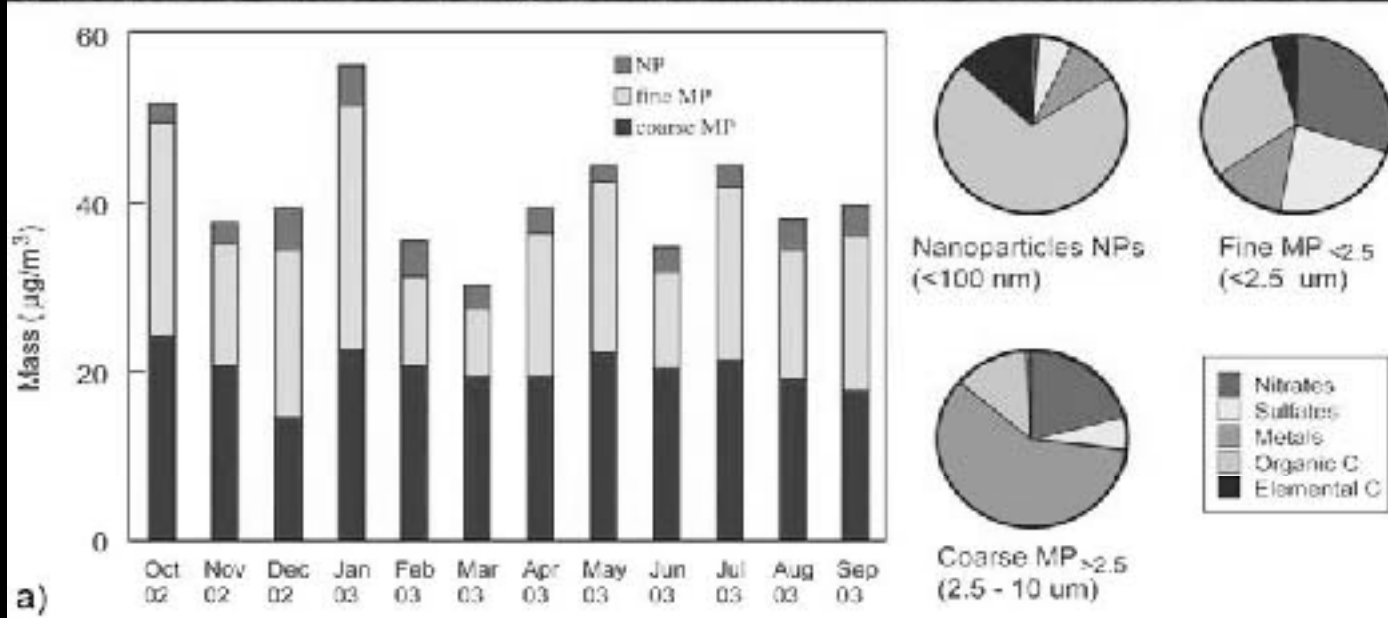
(a) qızdırıcıdan, (b) xörək bişirən zaman, (c) şamın tüstüsündən. (d) otaq daxili çirklənmənin tərkibində olan nanohissəciklər- TEM şəkili (e) Otaq daxili çirklənmə səbəblərindən baş verən ölüm hallarının planetimizdə yayılma intensivliyi



a)

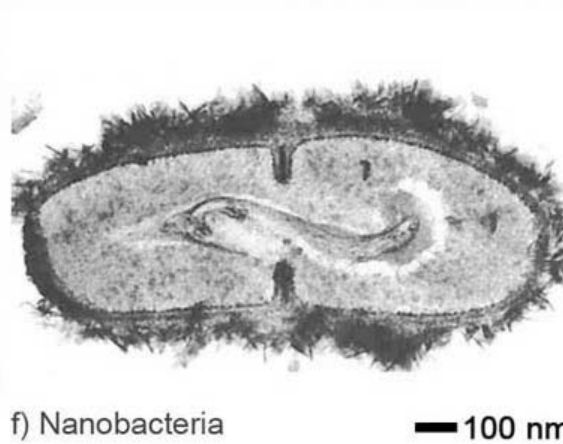
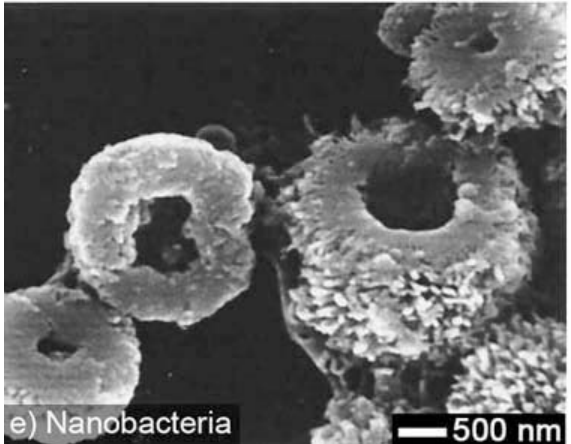
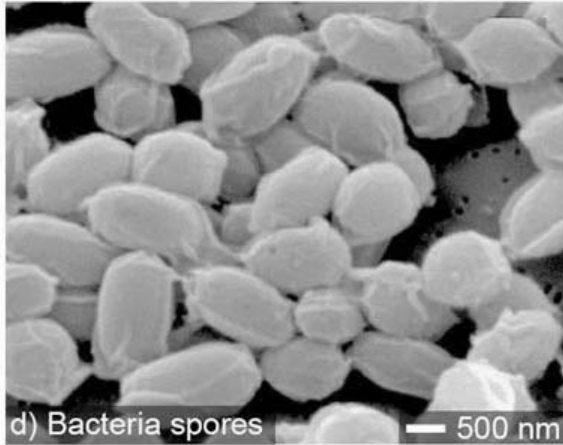
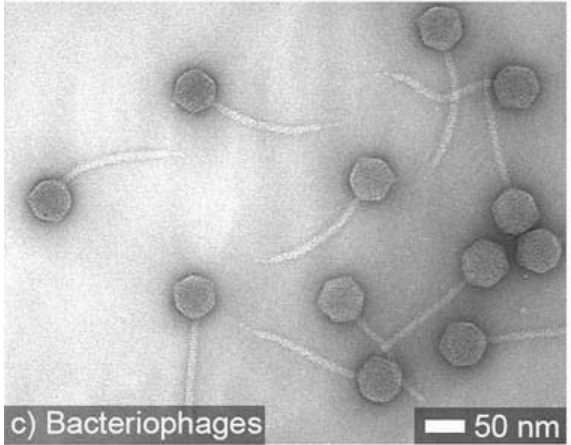
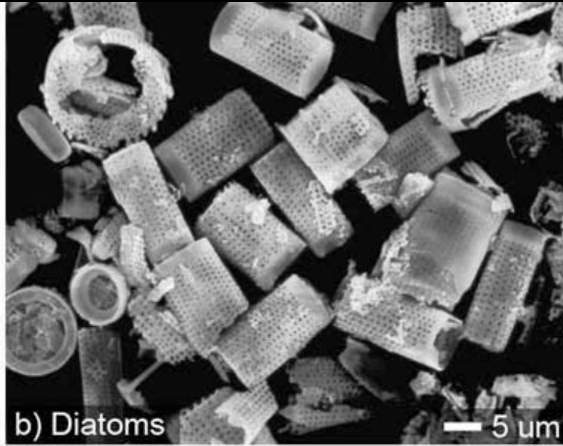
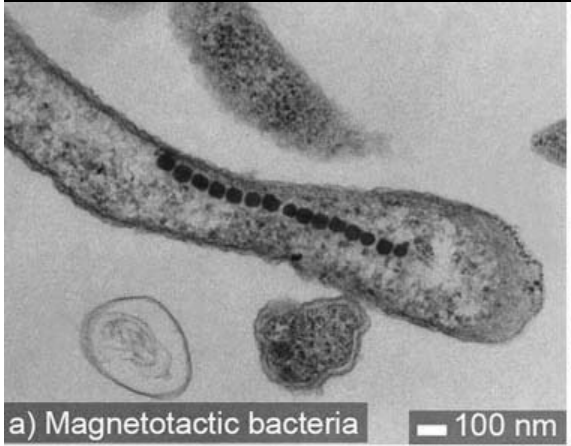
Los Anjeles şəhərində tüstü


b) 2002-2003 –cü ildə Los Anjeles tüstüsünün tərkibində olan nanohissəciklərin və mikro hissəciklərin miqdarının müqayisəsi



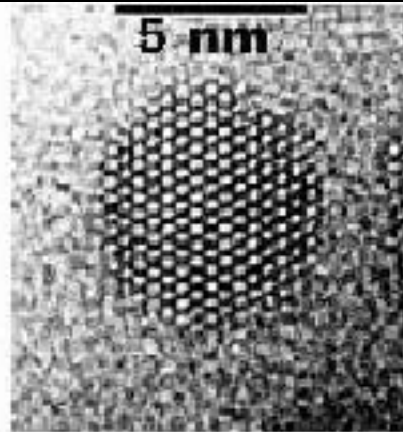
a)

Nanoölçülü orqanizmlər və ya nanoölçülü bərk toz hissəcikləri

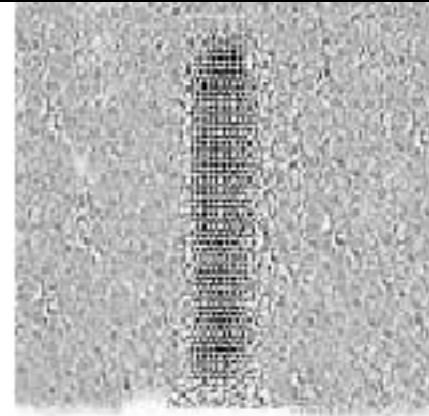


- 
- (a) Diatom yosun kristallarının SEM şəkilləri
 - (b) Bakterofağın – bakterianı xəstələndirən virusun SEM şəkilləri ;
 - (c) Bacillus anthracis – bakteriya sporeləri, uzun illər sağ qala bilirlər SEM şəkilləri ;
 - (e) Nanobakteriyə kulturasının SEM şəkilləri ;
 - (f) Bakteriyanın bölünməsi zamanı səthində nano ölçülü strukturlar yaranır
 - (a) Aquaspirillum magnetotacticum –un TEM şəkilləri ;

Nanohissəciklərin formaları



Spheres



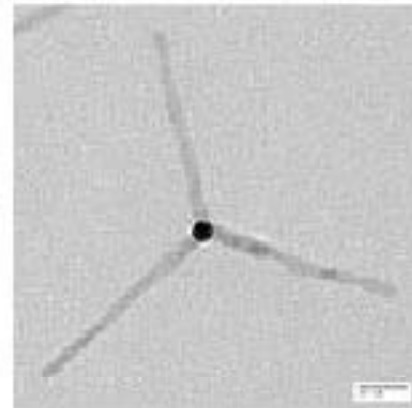
Rods



Wires

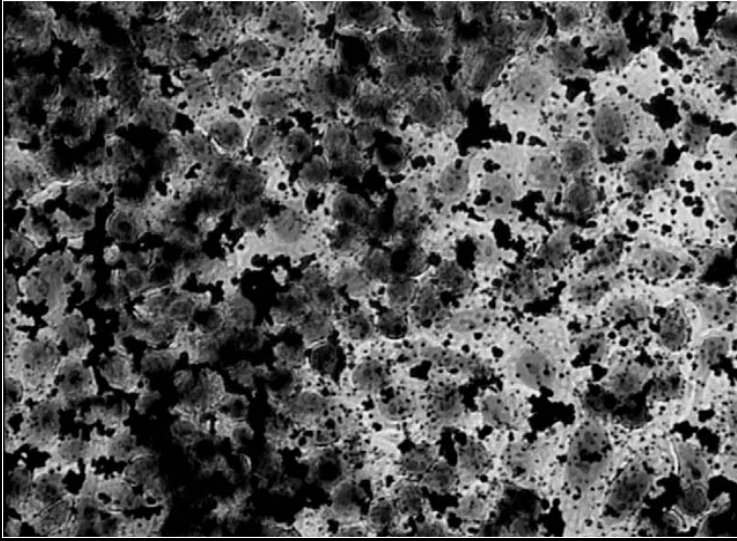


Ribbons

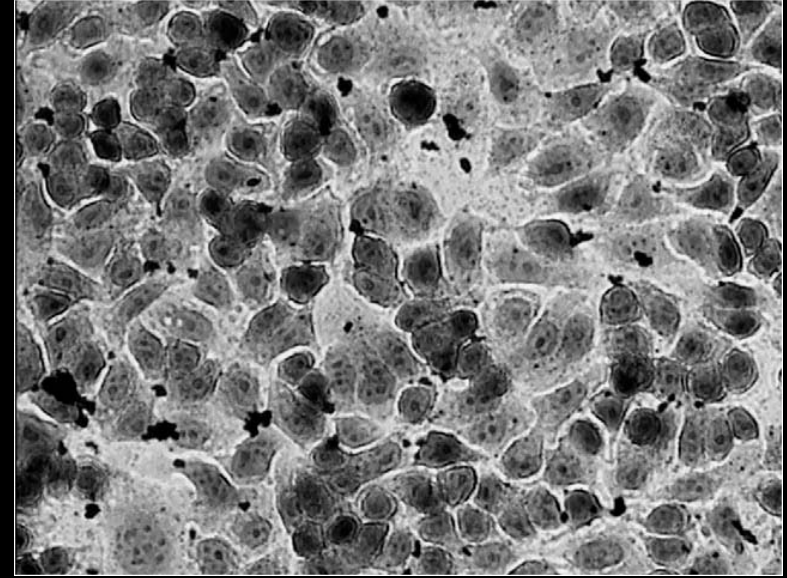


Tetrapods

Nanohissəciklərin əksəriyyəti səthində hüceyrə ilə kontakt edə bilən molekul olmadan hüceyrələrlə qarşılıqlı təsirdə ola bilmir və onların hüceyrə daxilinə sorulması çətin olur.

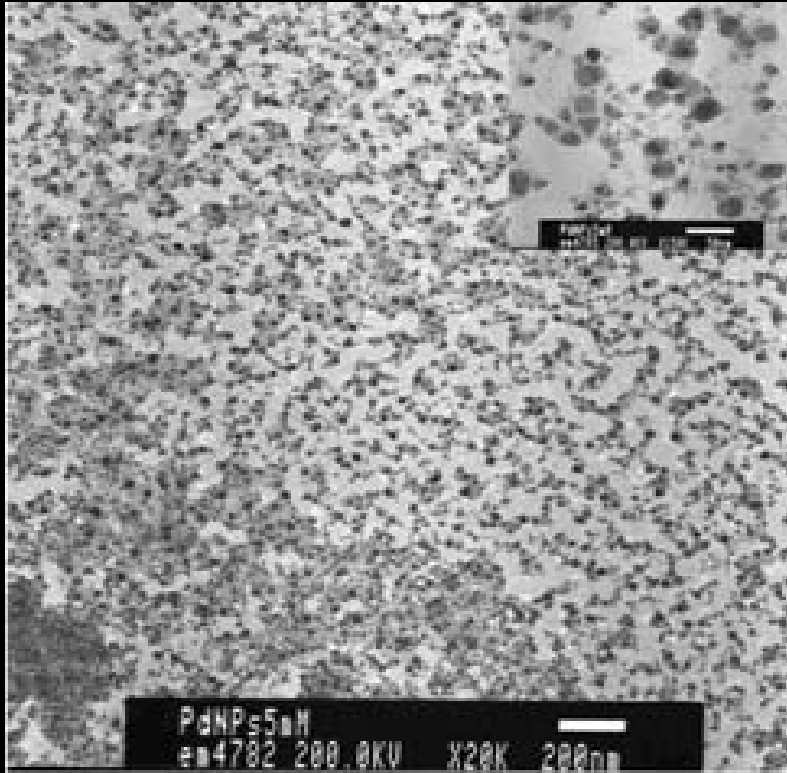
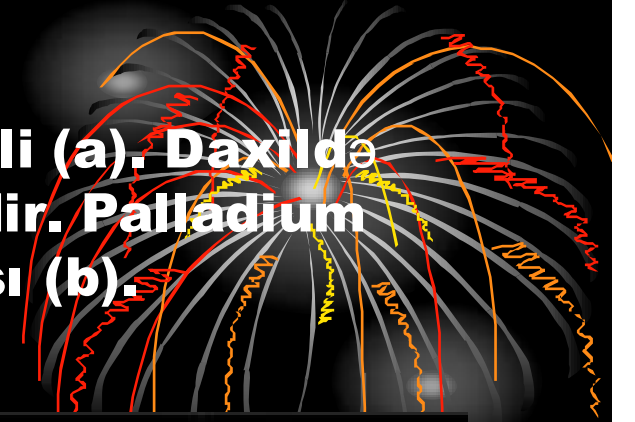


Receptora tuşlanmış (hədəfə götürən)
Nanohissəciklər

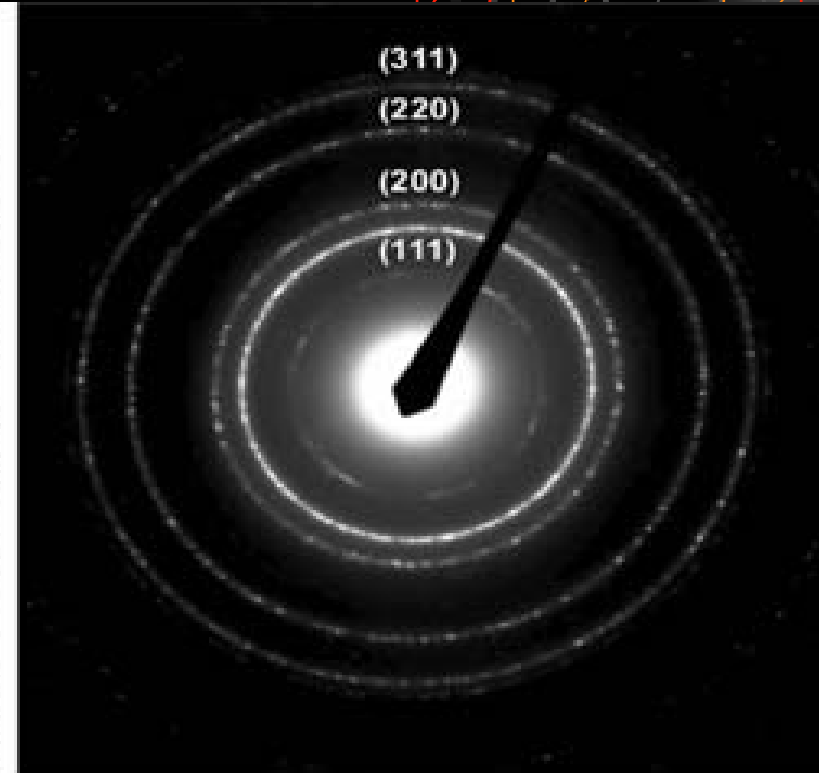


Tuşlanmamış
Nanoparticles

Palladium nanohissəciklərinin TEM şikili (a). Daxildə bir qədər də böyüdülmüş şəkil verilmişdir. Palladium nanohissəciklərinin elektron difraksiyası (b).

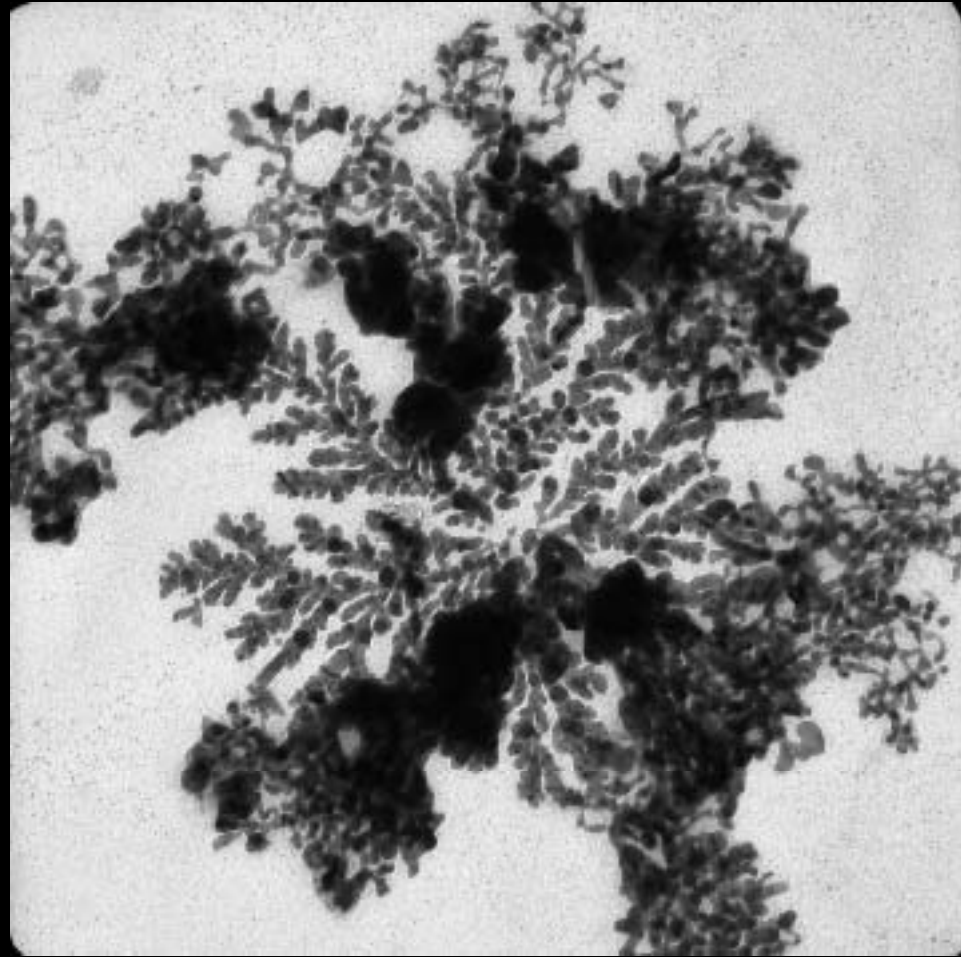


(a)

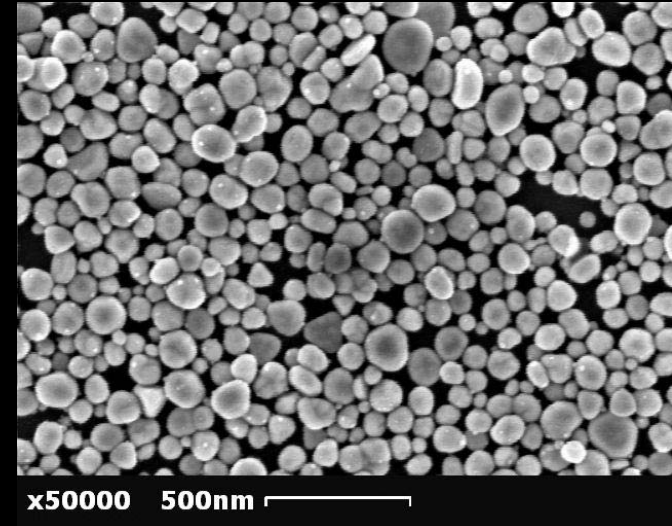
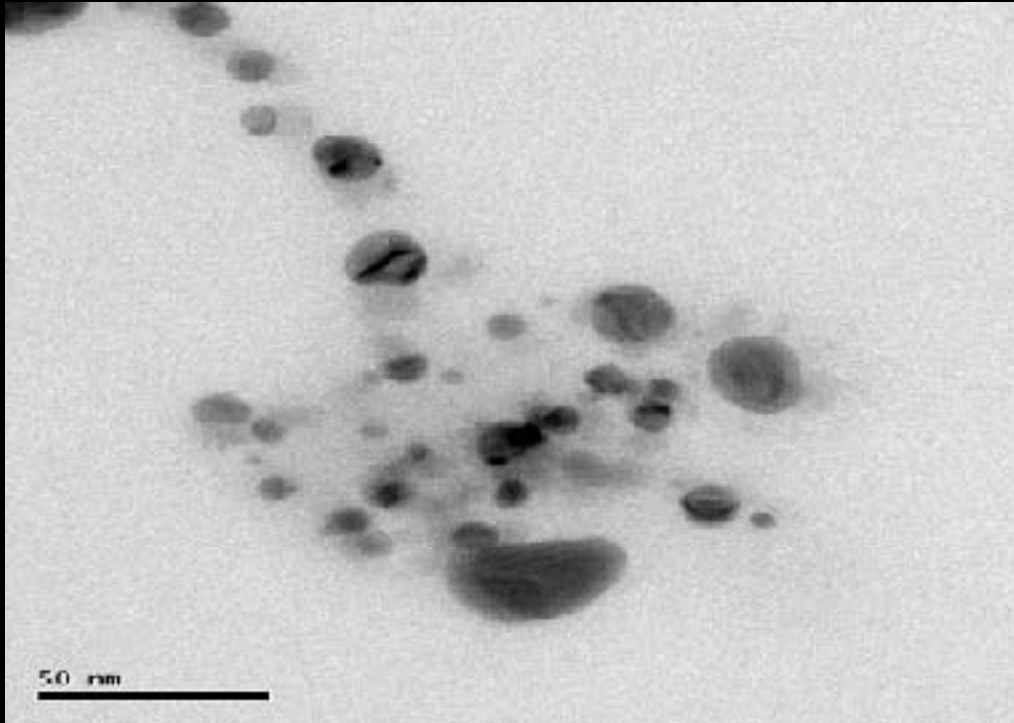
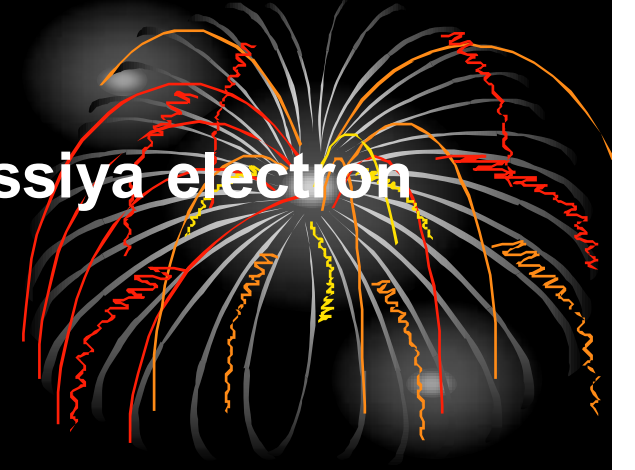


(b)

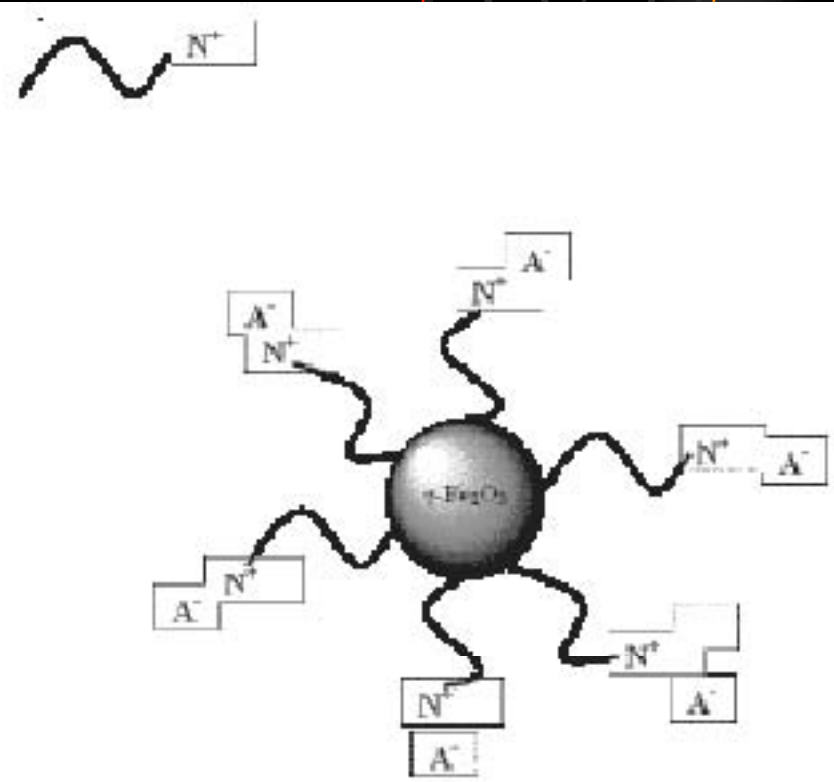
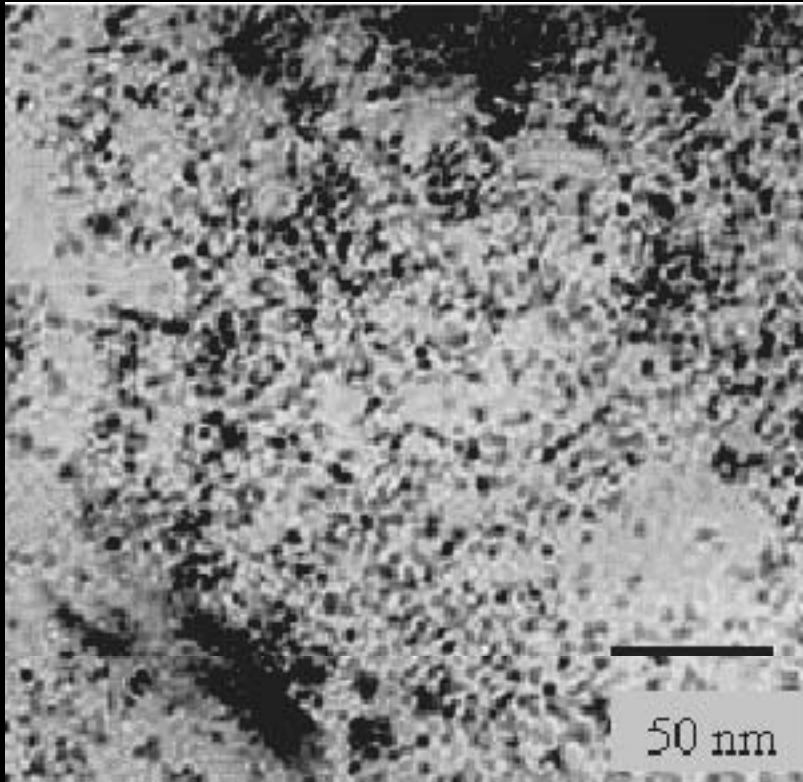
***Penicillium sp.* Ekstraktı ilə alınan Gümüş
nanohissəcinyinin TEM təsviri**



Gümüş nanohissəciklərinin Transmissiya electron mikroskopu təsvirləri



Ferromayenin TEM şəkili (a). Səthi funksionallaşdırılmış γ -Fe₂O₃ nanohissəciyin cəmi (b)

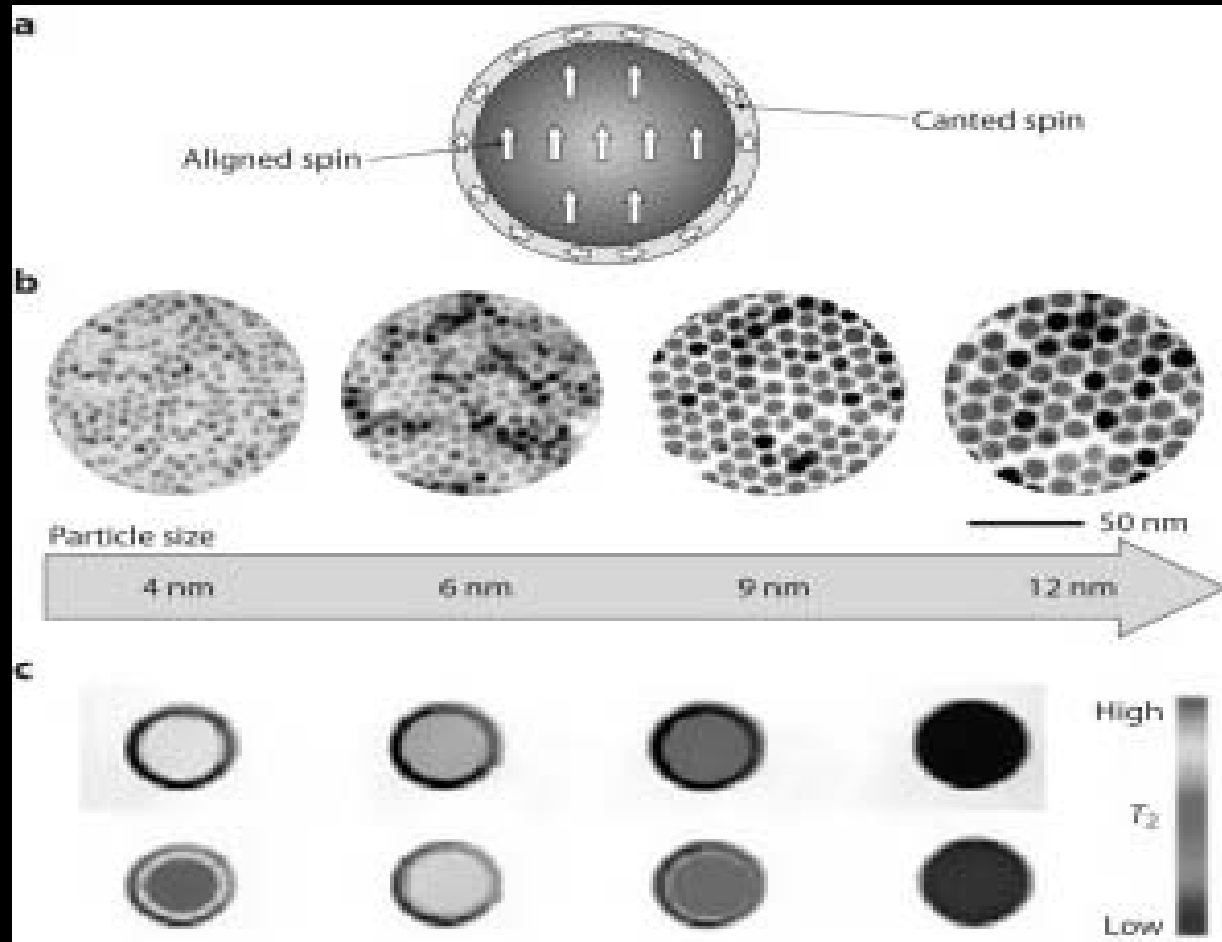


Nanohissəciyin ölçüsünün artması ilə onun maqnit xassəsi dəyişir.

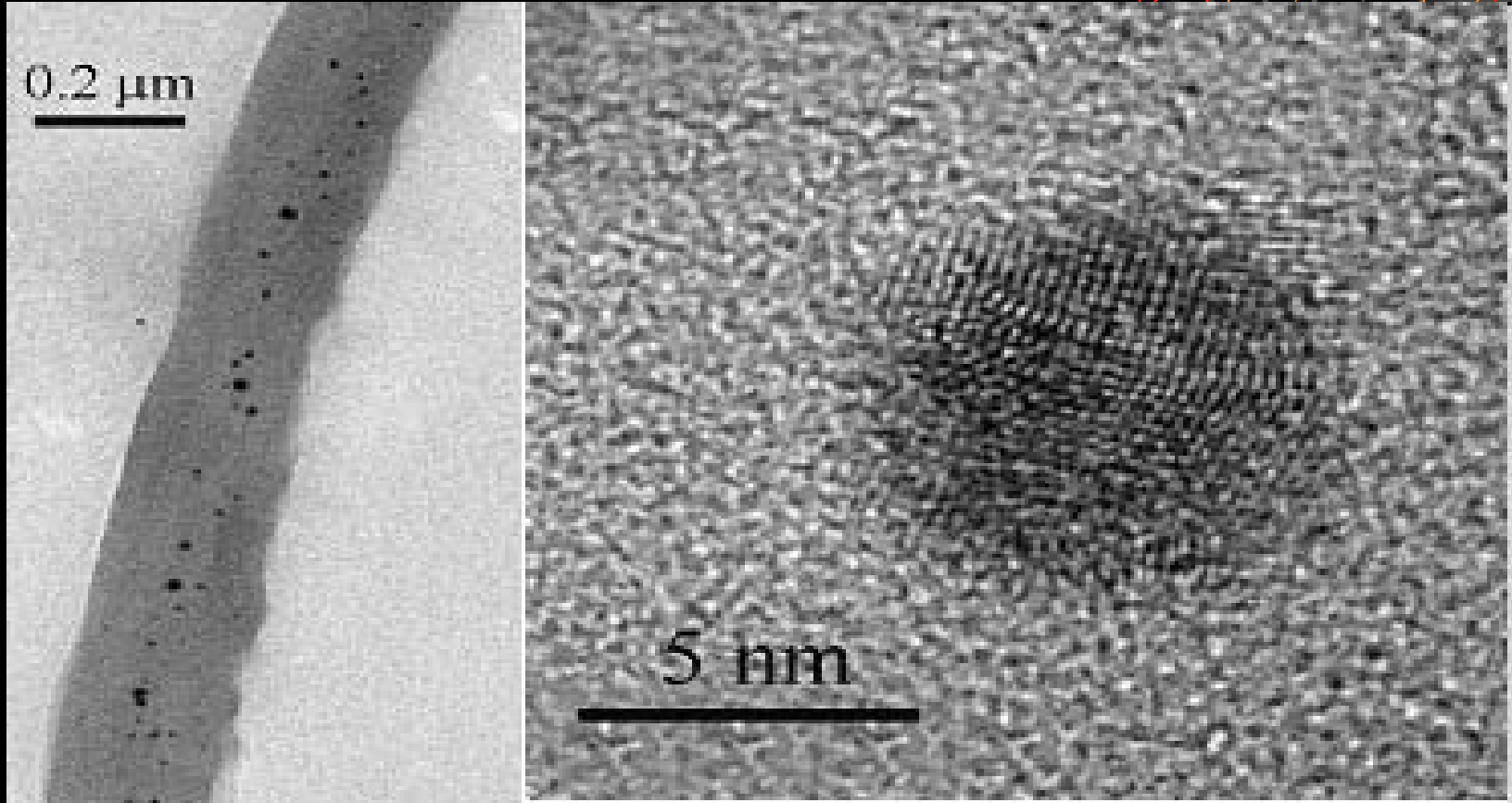
a) Kristal quruluşun pozulması səbəbindən səthdə spinlərin istiqamətləri dəyişir

b) Fe (acetylacetonate) – un termal dekompozisiya üsulu ilə alınmış müxtəlif nanohissəciklərinin transmis electron mikroskopu şəkilləri.

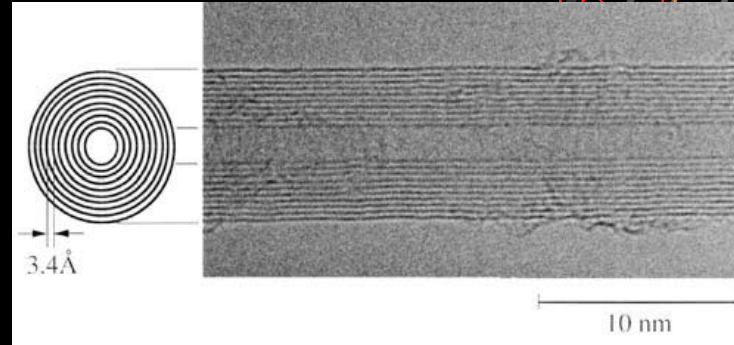
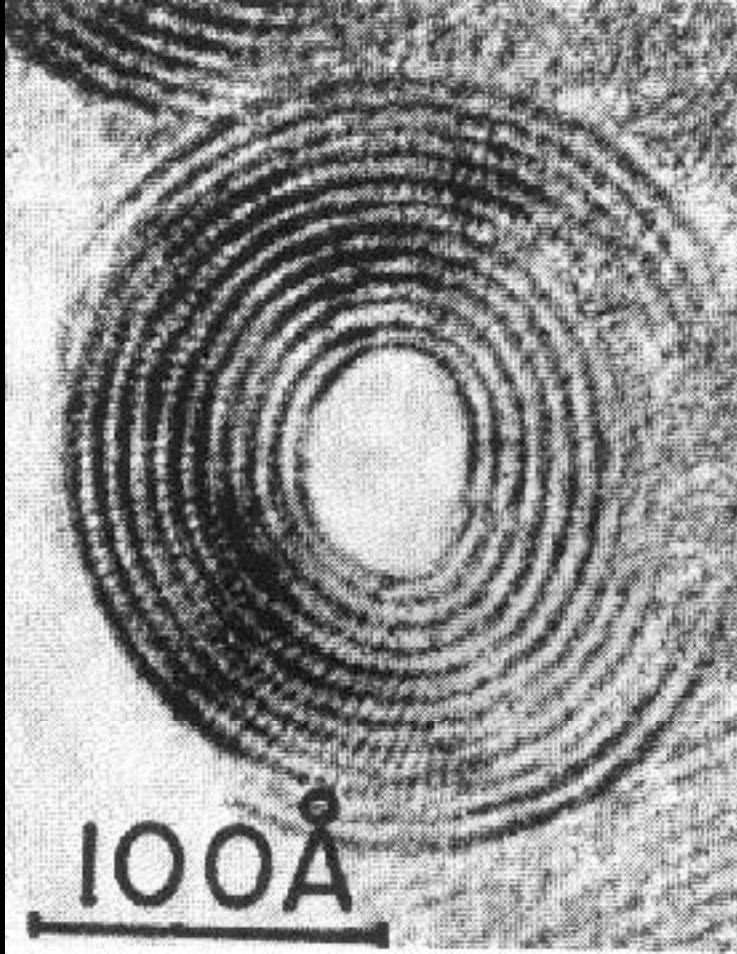
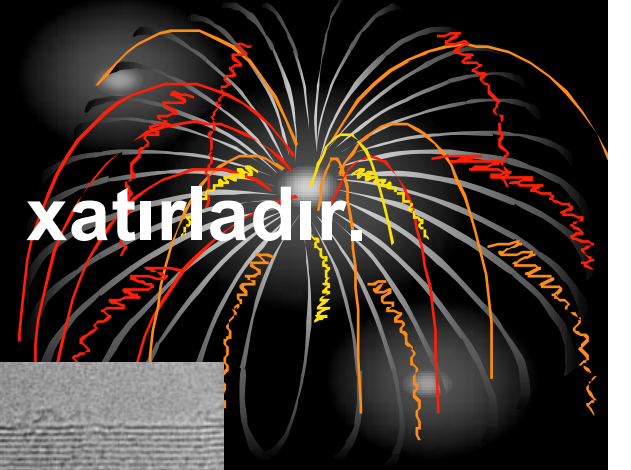
(c) Ölçülərindən asılı olaraq T2-ağırlıqlı dəmir nanohissəciklərinin 1.5 T sulu məhlulda MR şəkilləri . (Adapted from Ref. 9 (© 2005 ACS))



Solda az, sağda ise yüksek derecede büyütülmüş
alfafada kırmızı nanohissəcikləri.



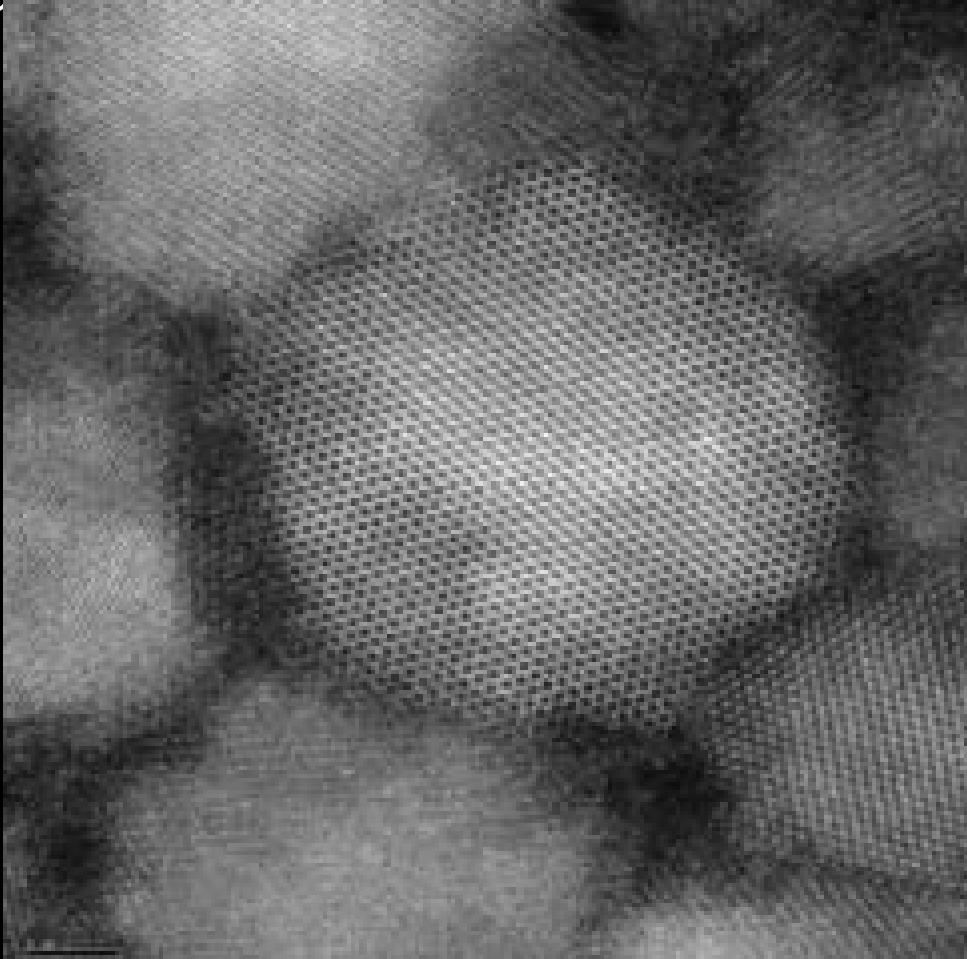
Karbon nanoborucuđu asbesti xatırladıř.



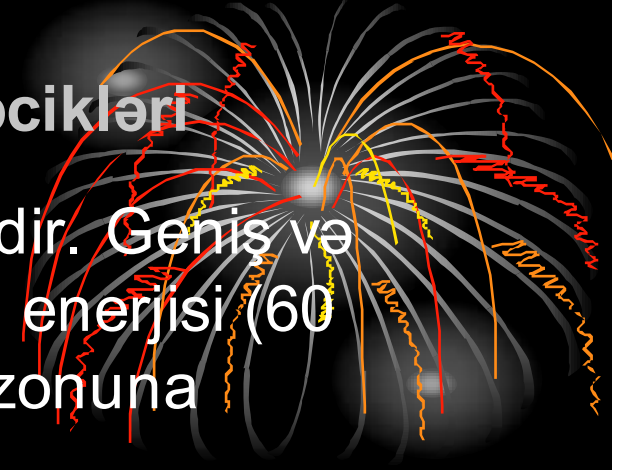
Al-laklı ZnO nanohissəcikləri

ZnO

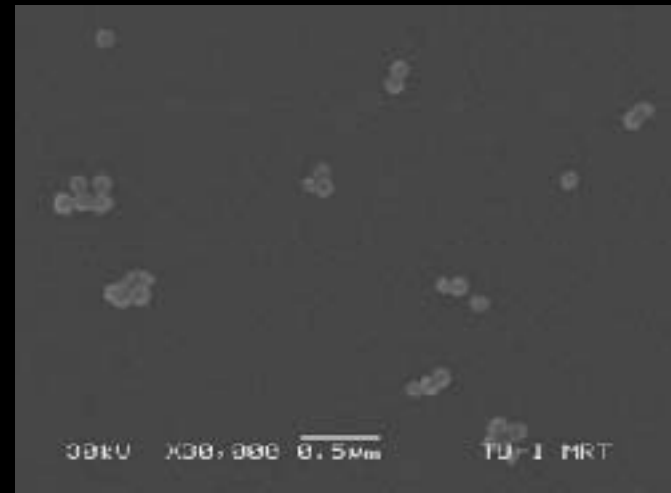
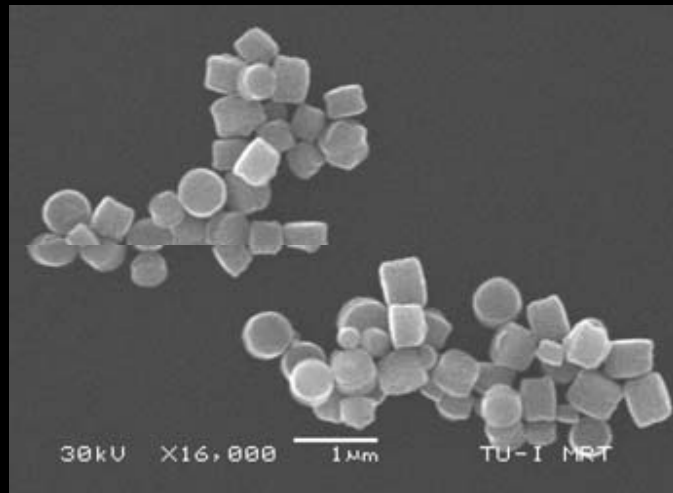
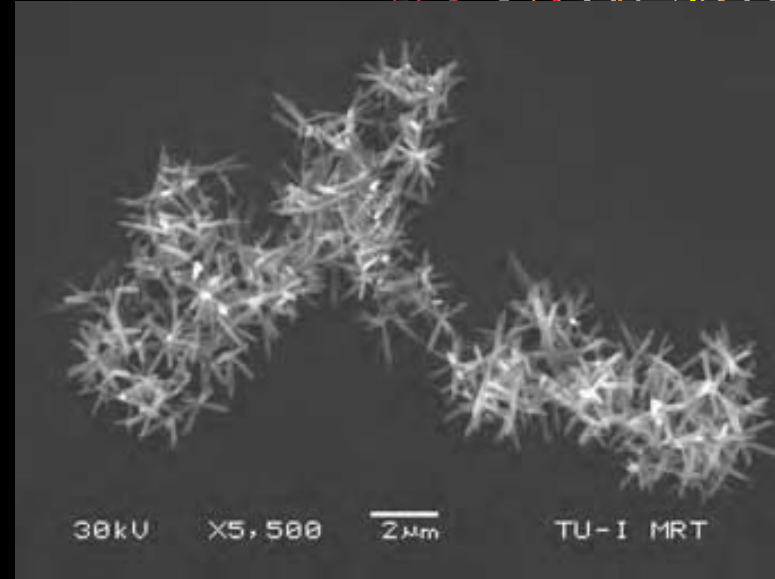
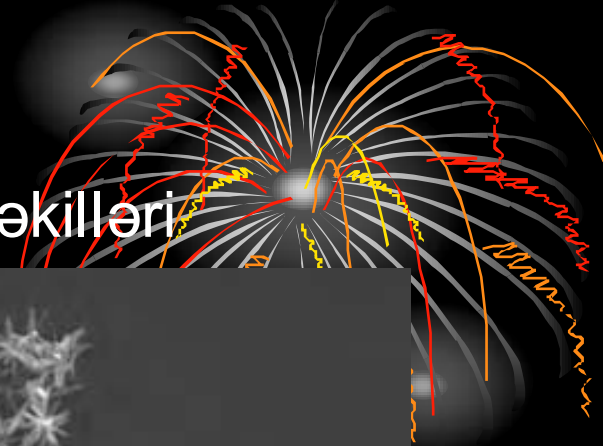
çox geniş istifadə olunan oksid yarımkeçiricidir. Geniş və düz qadağan zonası (3.3 eV), böyük eksiton enerjisi (60 MeV) və yüksək şəffaflığa və görünmə dipazonuna malikdir



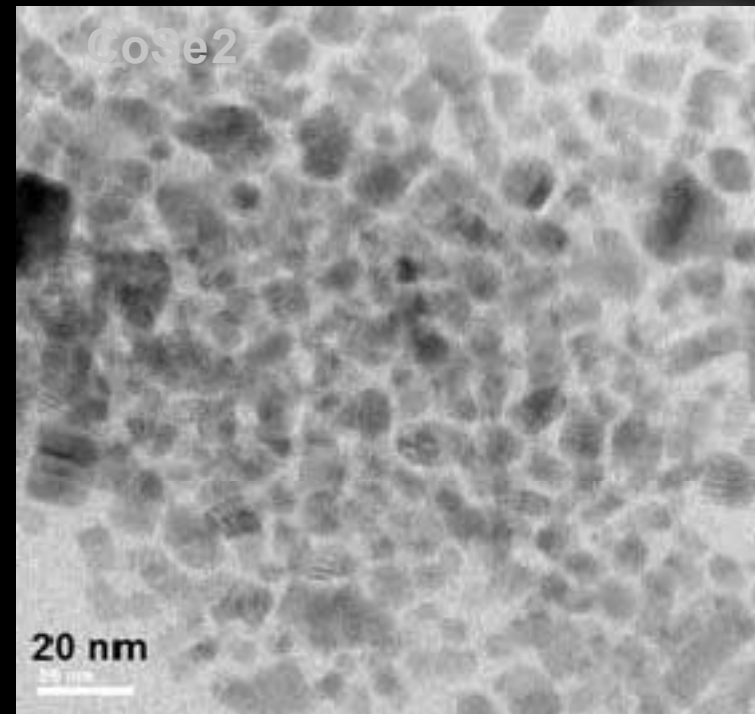
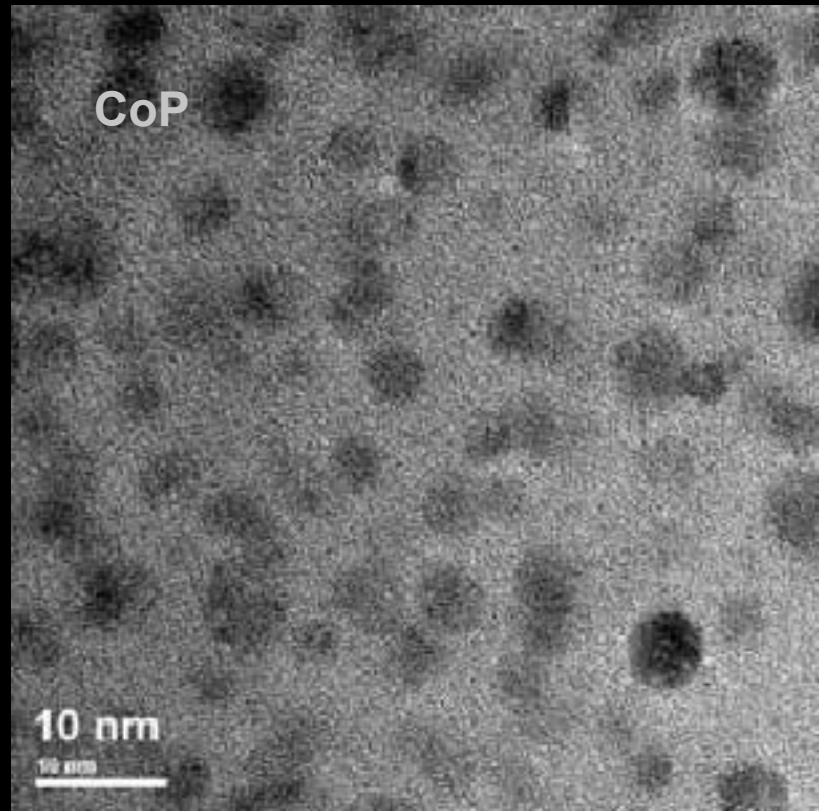
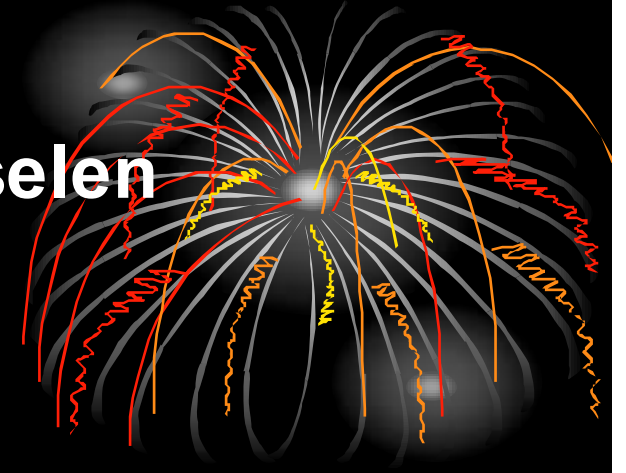
AZO nanohissəcikliyinin
HAADF şəkil



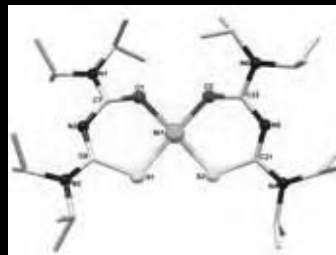
ZnO nanohissəciklərinin SEM şəkilləri



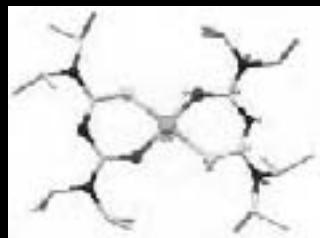
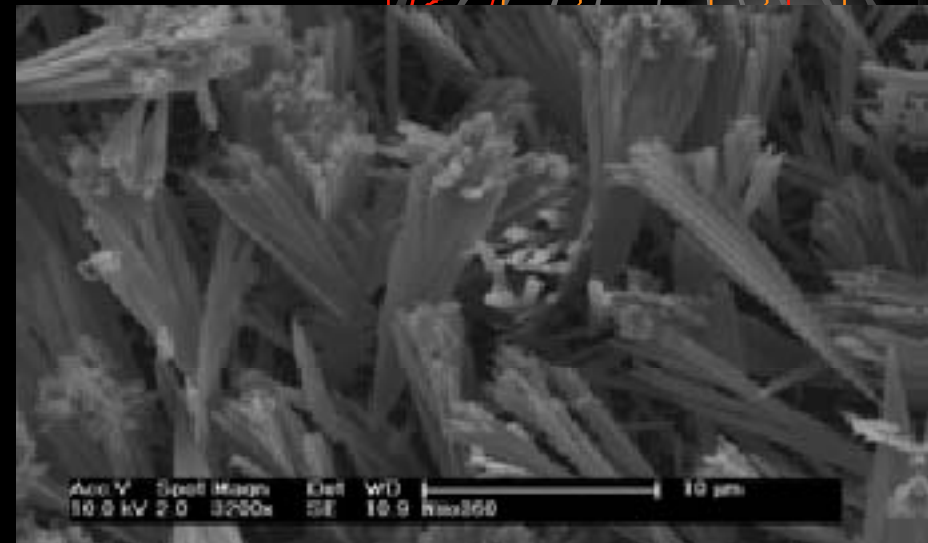
Kobalt fosfid və kobalt selen nanohissəcikləri



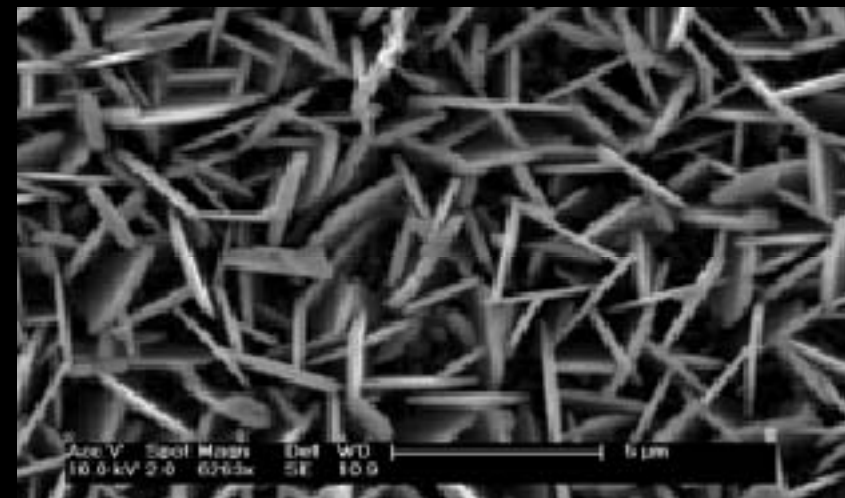
Nickel sulfid və mis sulfid nazik nanoquruluşlu pilyonkalar thin film



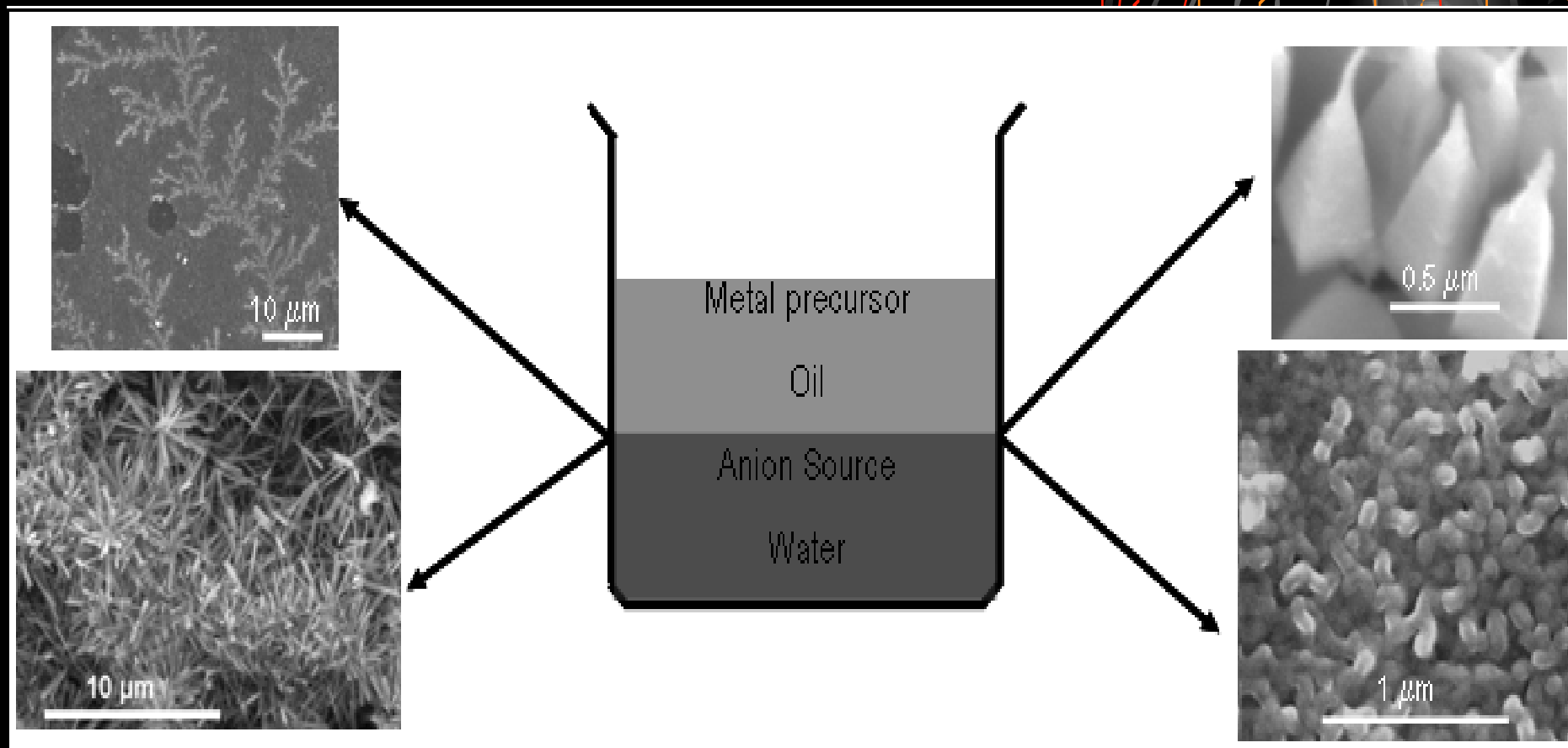
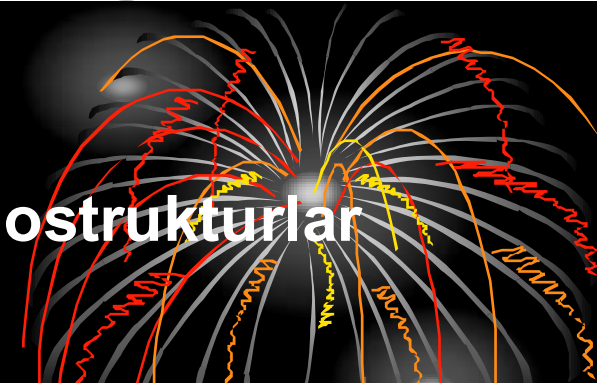
AACVD



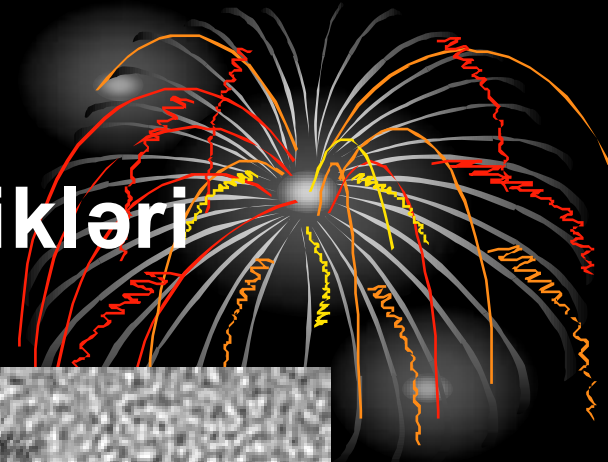
AACVD



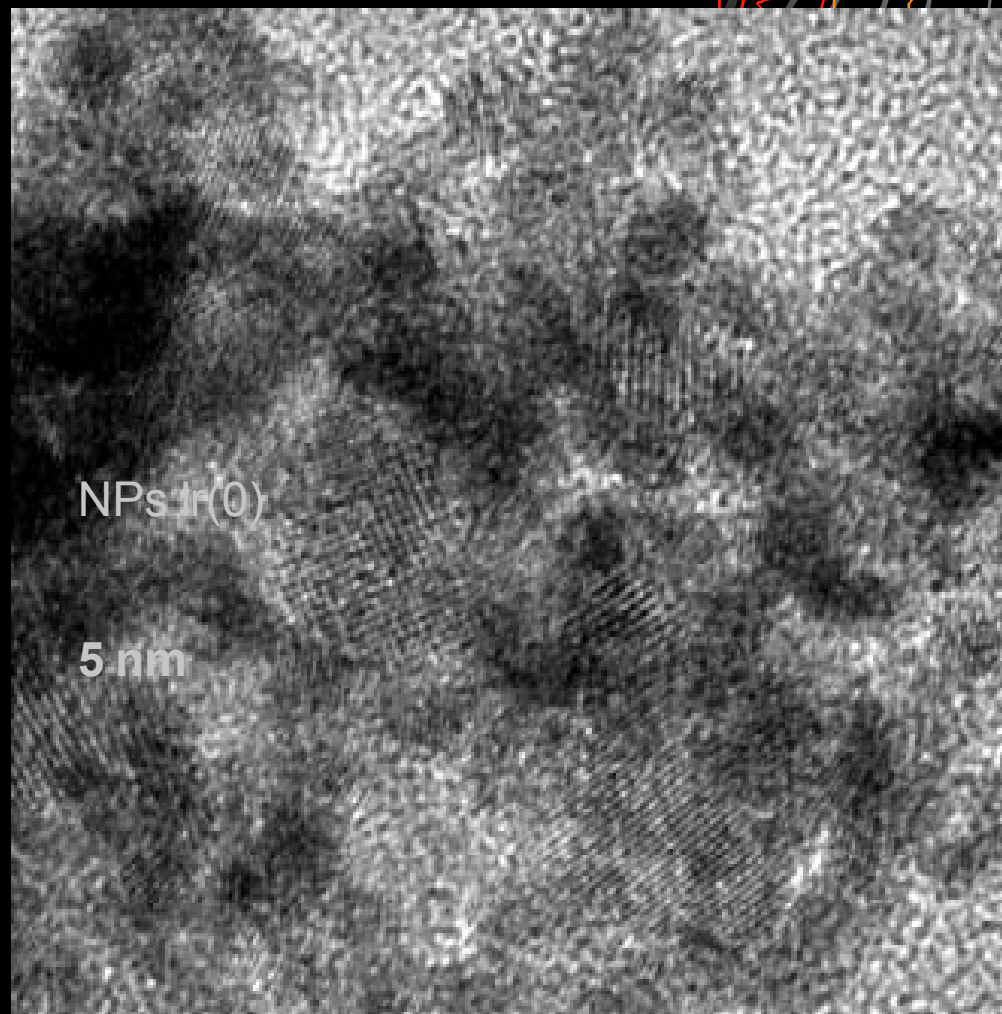
Neft-su sərhəddində qeyriüzvü nanostrukturalar



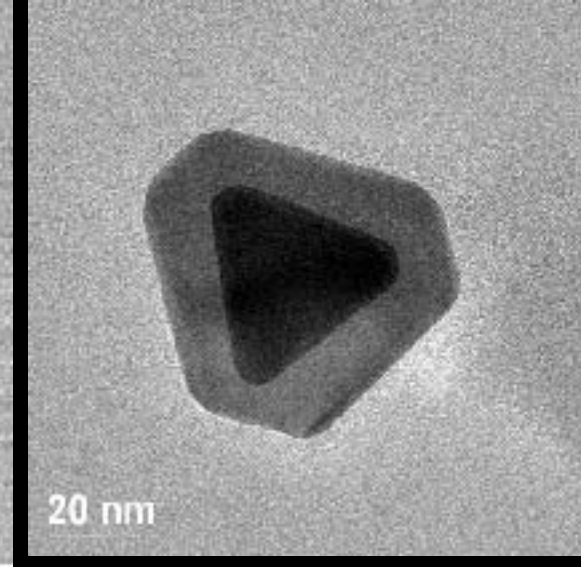
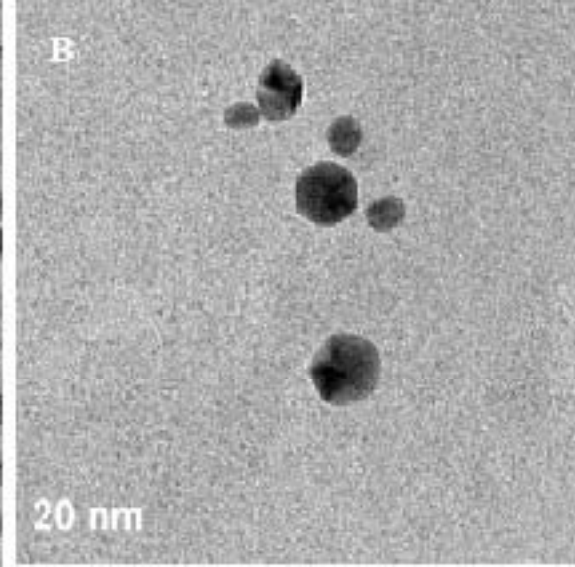
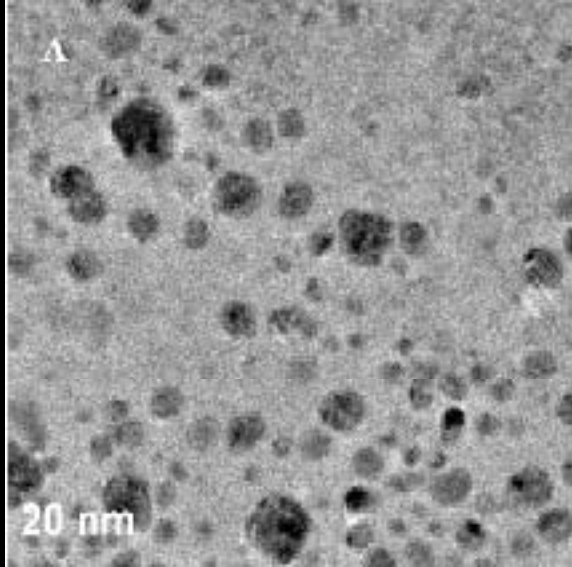
İridium(0) nanohissəcikləri



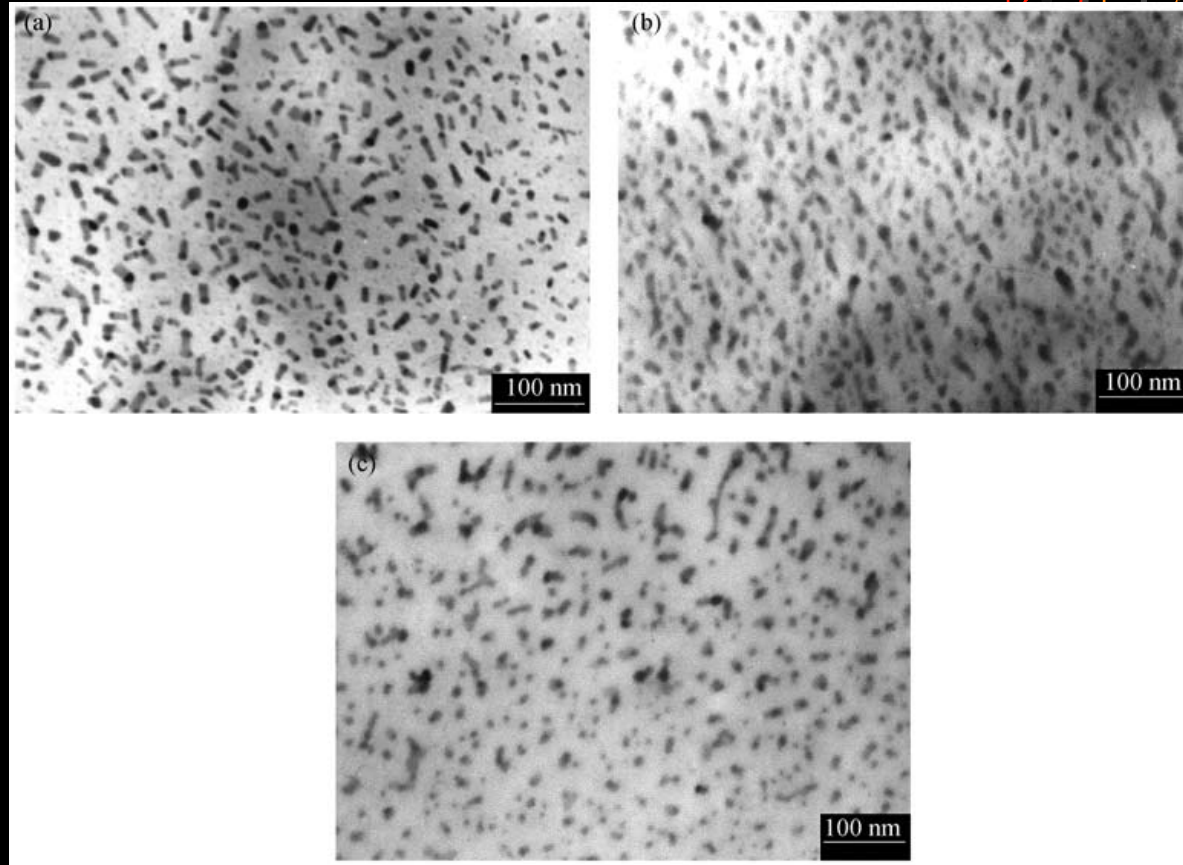
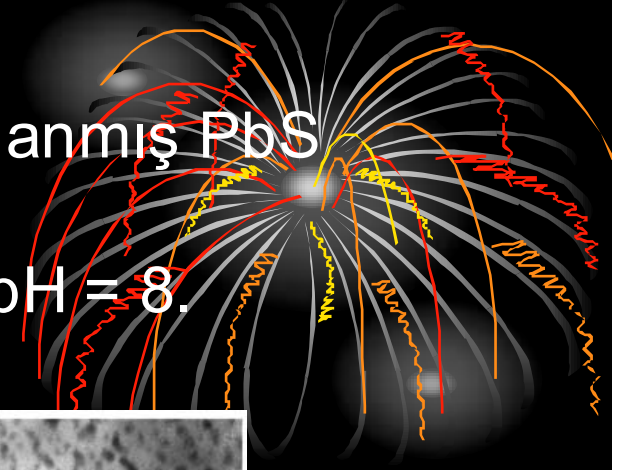
$\text{IrCl}_3 + \text{NaBH}_4$ NPs Ir(0)



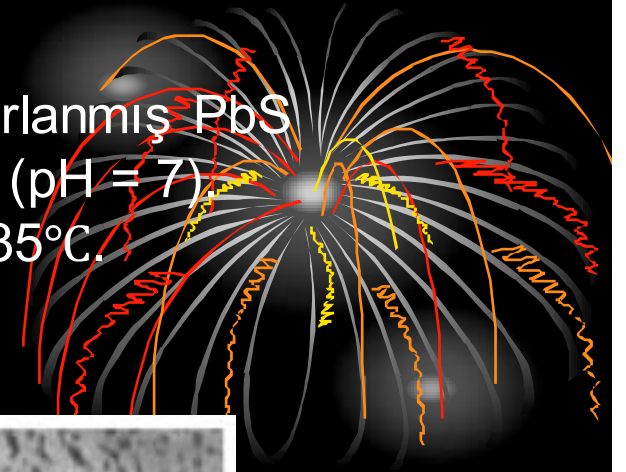
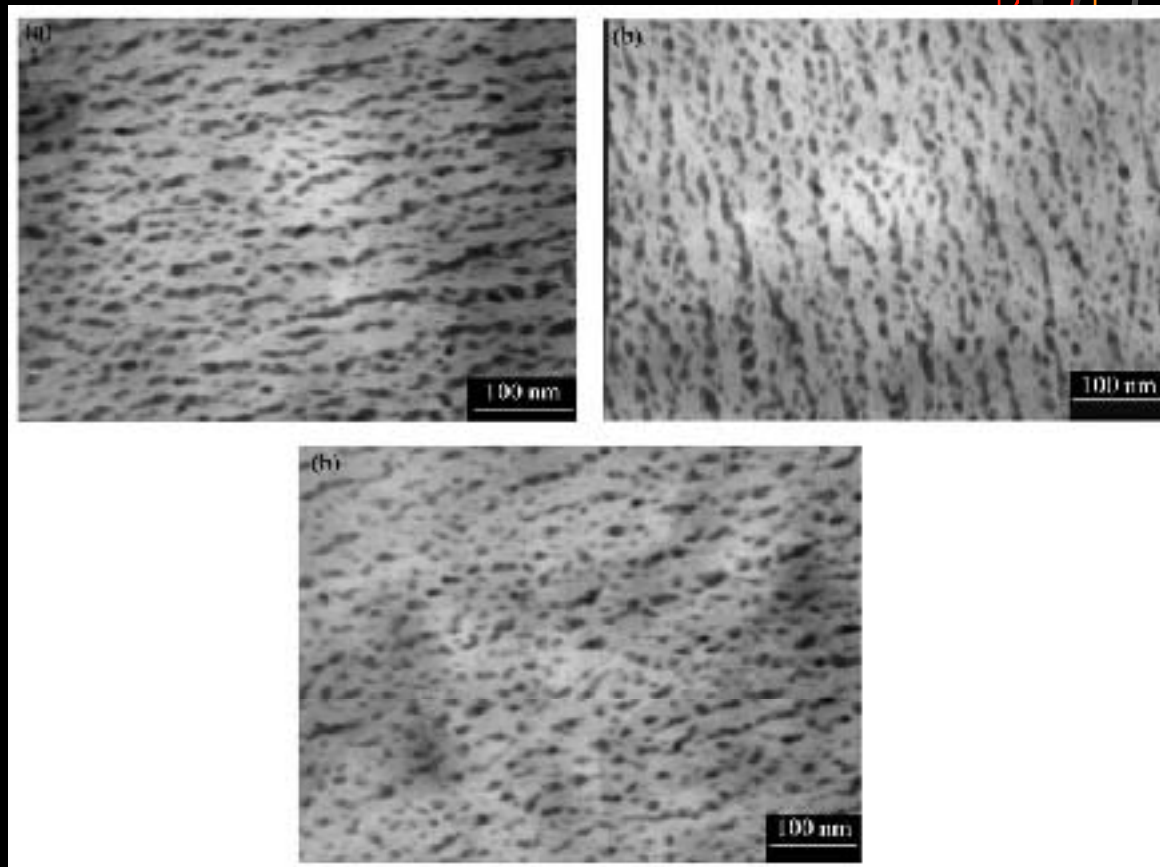
Buğda biokütlesinde alınmış kırmızı nanohissəciklərinin mikrosəkili CTAB istifadə etməklə (A), ikinci ekstraktda (B), dördüncü ekstraktda (C) dördüncü ekstraktda nanohissəcik üçbucaqlı forma alır və örtüyə malik olur.

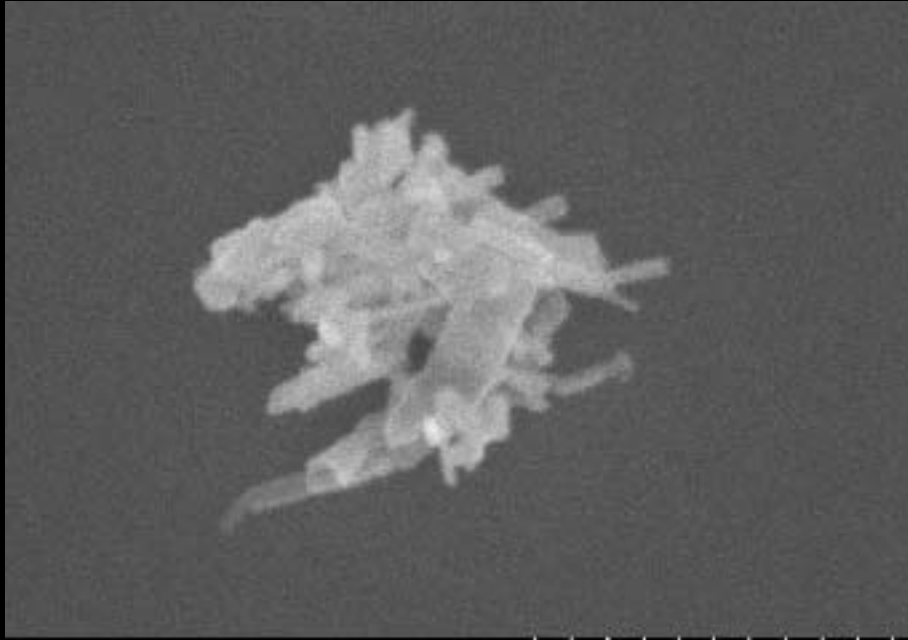


Turşuluğu müxtəlif olan mühitlərdə hazırlanmış PbS nanohissəciklərinin TEM mikroşəkilləri pH ($\theta = 30^\circ\text{C}$). (a) pH = 6; (b) pH = 7; (c) pH = 8.



Temperaturu müxtəlif olan mühitlərdə hazırlanmış PbS nanohissəciklərinin TEM mikroşəkilləri (pH = 7)
(a) $\theta = 15^\circ\text{C}$; (b) $\theta = 25^\circ\text{C}$; (c) $\theta = 35^\circ\text{C}$.

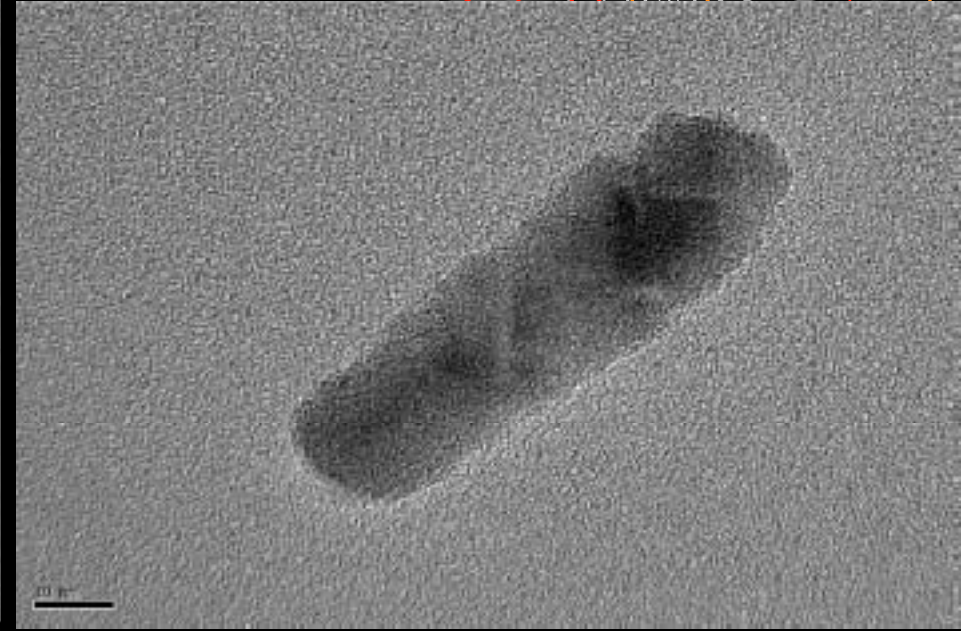




5.0kV 11.2mm x100k SE(U)

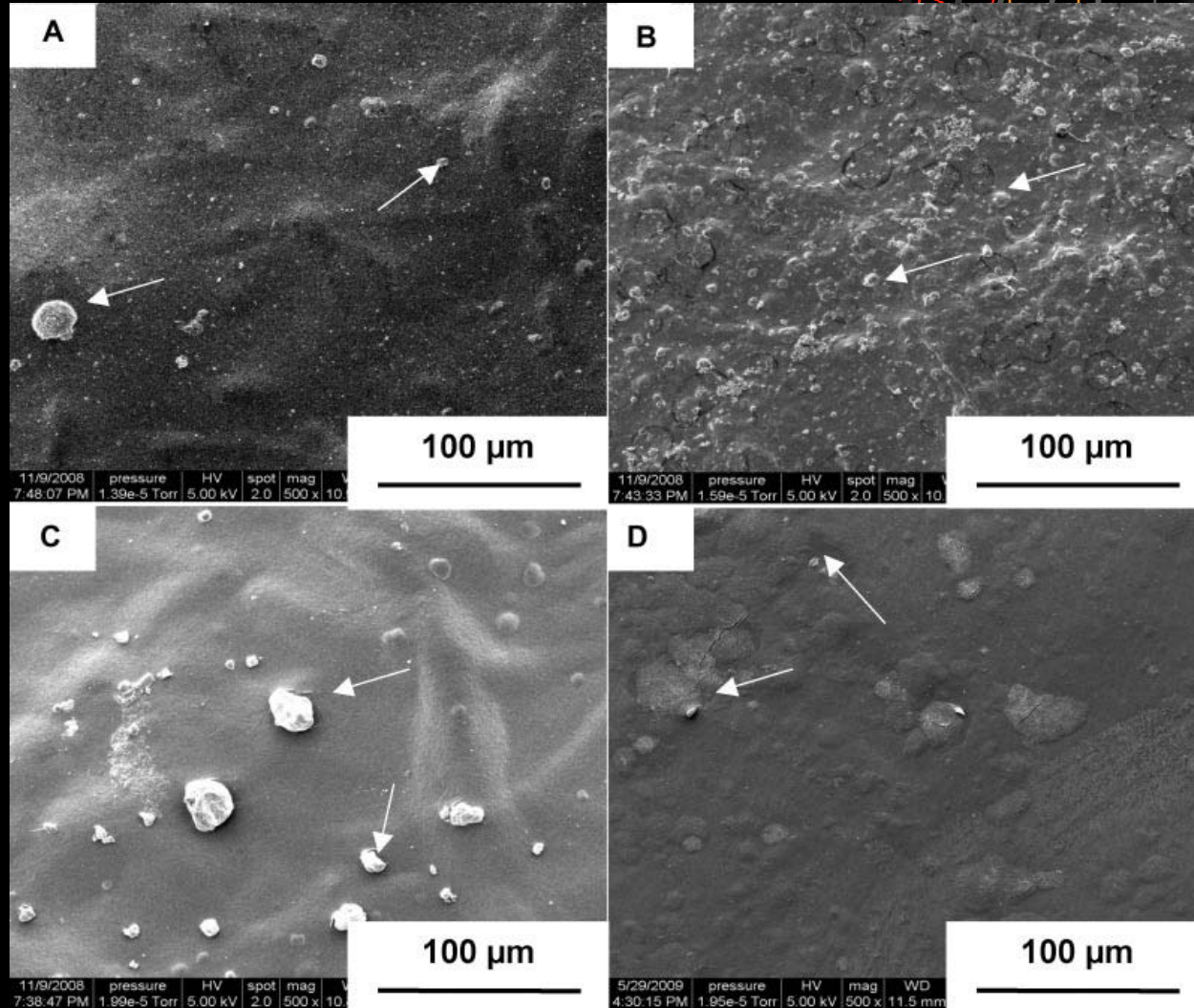
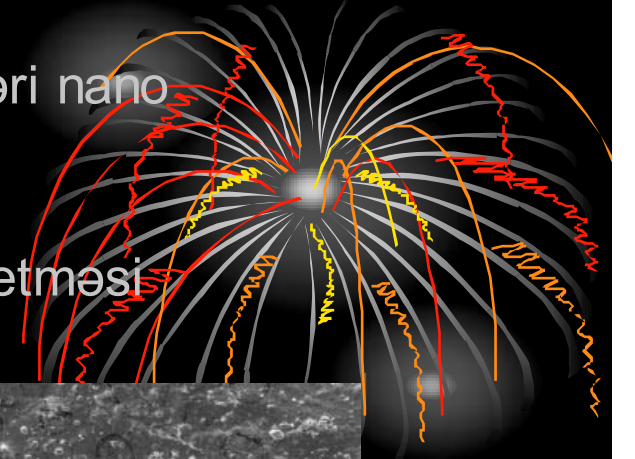
500nm

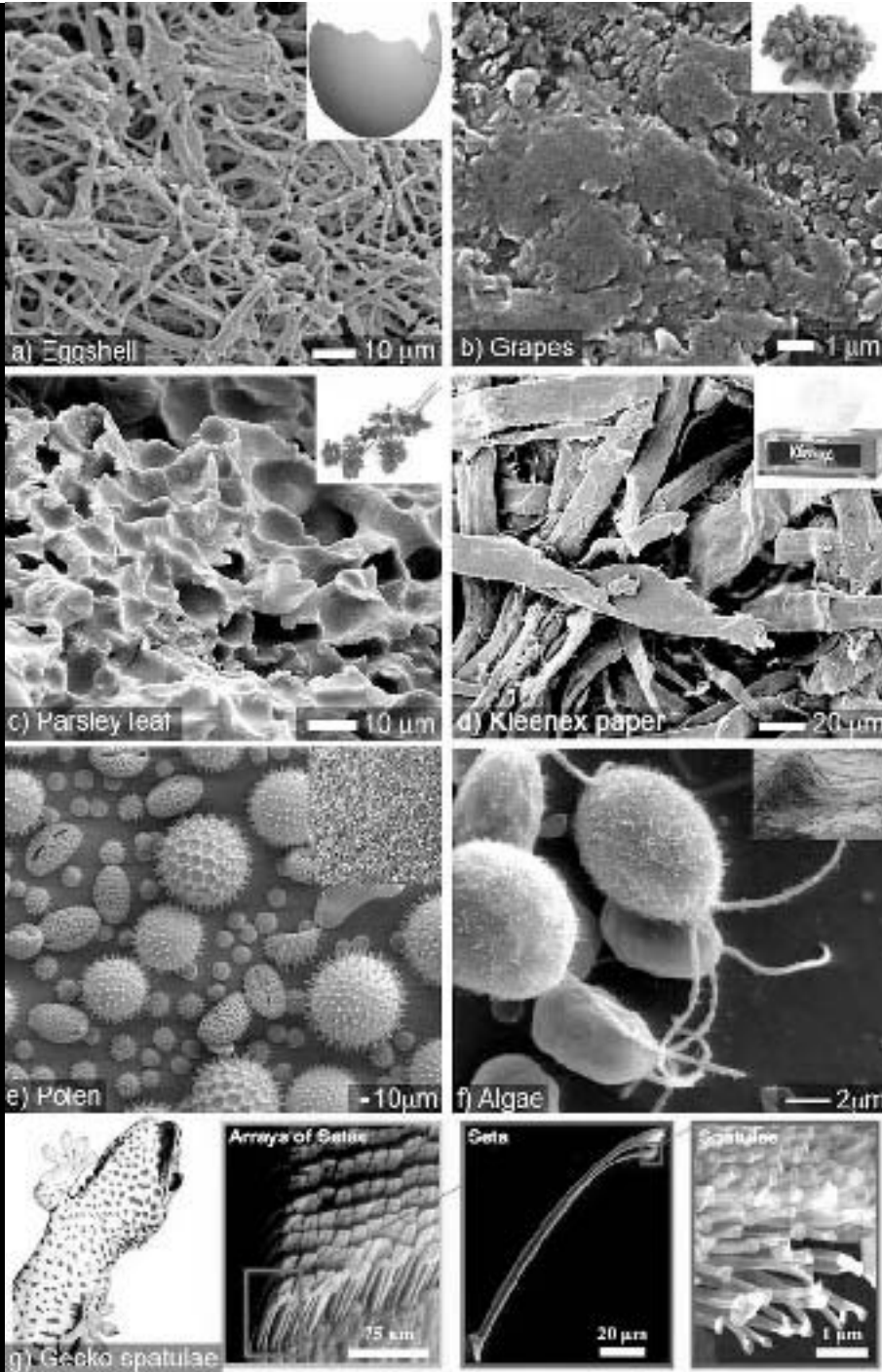
ZnO nanohissəcisinin FE-SEM
şəkilində quruluşu və morfologiyası
aydın görünür.



CuO nanohissəcisinin TEM
şəkilində quruluşu və morfologiyası
aydın görünür.

Aqar mühitində suspenziya edilmiş metal oksidləri nano hissəciklərinin SEM təsvirləri (A) $n\text{Al}_2\text{O}_3$, (B) $n\text{SiO}_2$, (C) $n\text{Fe}_3\text{O}_4$, (D) $n\text{ZnO}$. Oxlarla nanohissəciklərin aqreqasiya etməsi göstərilmişdir.





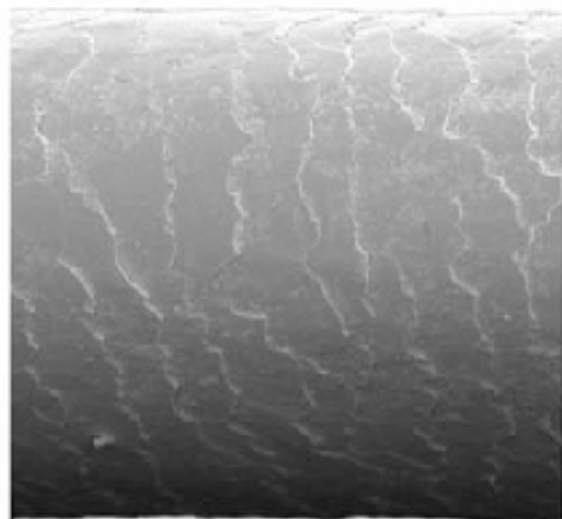
Mikro və nano miqyasda aləmin
mürəkkəbliyi SEM şəkillərində
göstərilmişdir:

- (a) quş yumurtasının qabığının daxili səthi ;
- (b) süfrə üzümünün səthi
- (c) cəfəri yarpağının toxunmuş səthi,
- (d) Kilineks kağızı
- (e) Müxtəlif bitkilərin tozcuqları

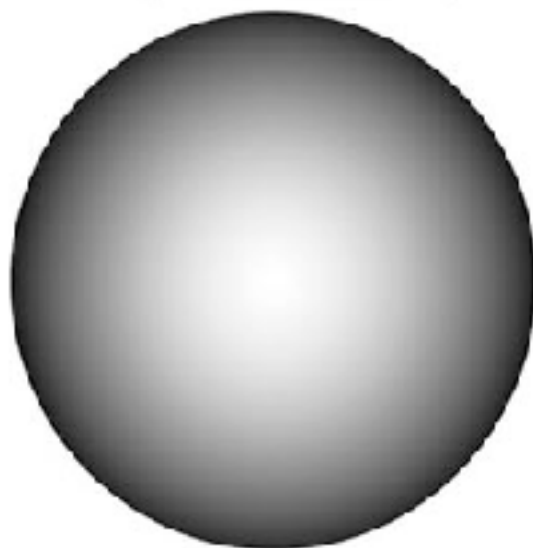
*credit Louisa Howard, Charles
Daghlian, courtesy Public Health
Image Library [21];*

a)

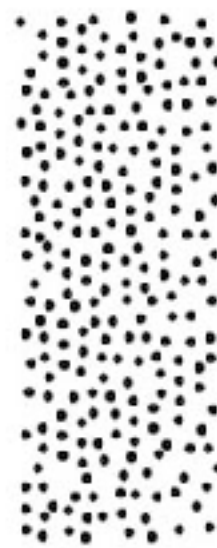
Human hair



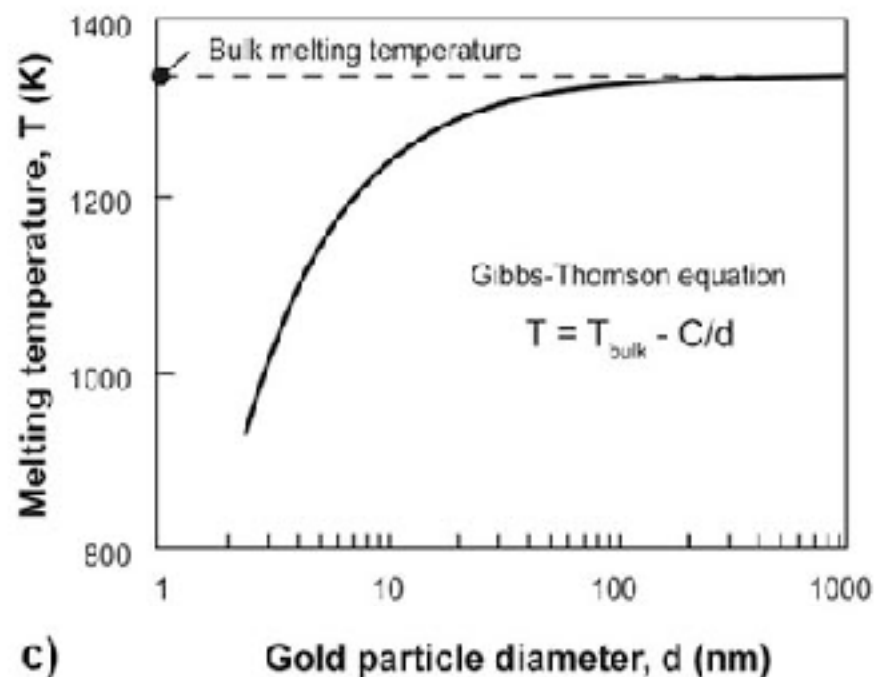
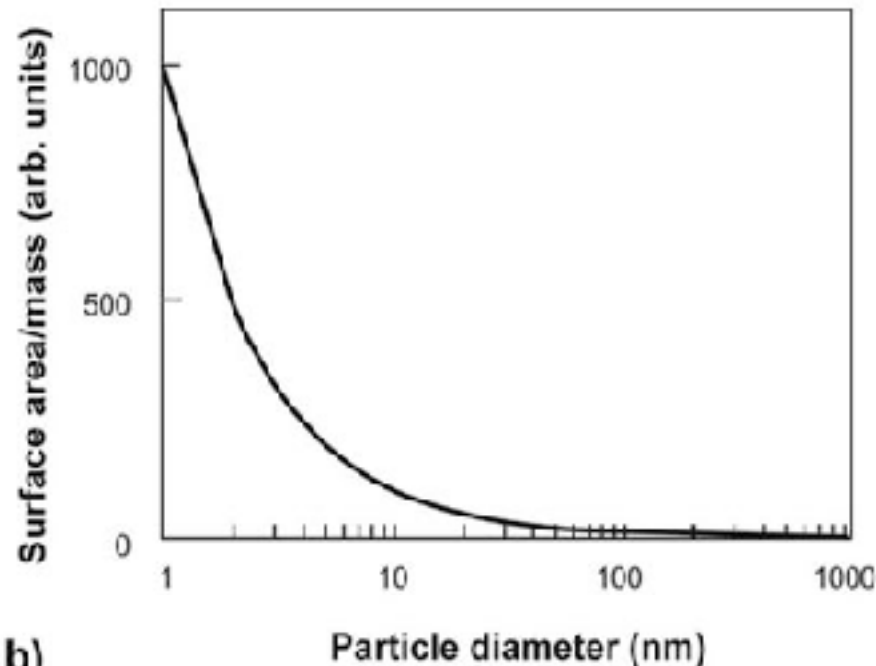
1 microparticle
60 μm diameter
(size of human hair)



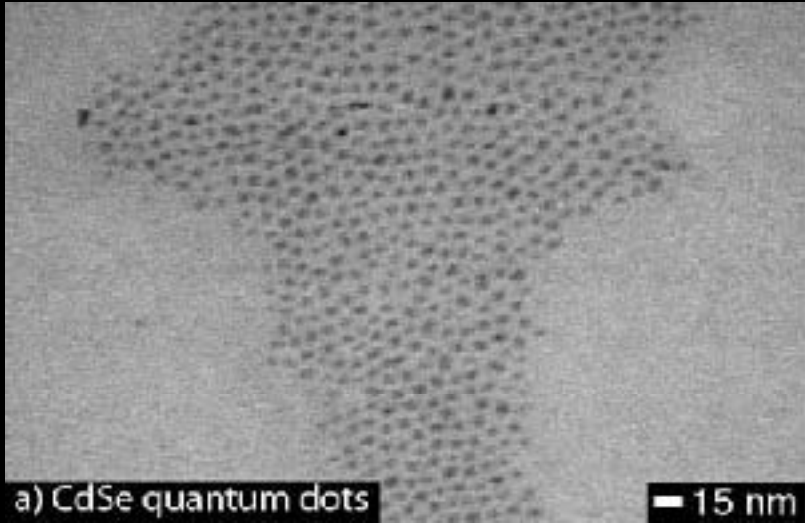
1 million particles
600 nm diameter



1 billion nanoparticles:
60 nm diameter

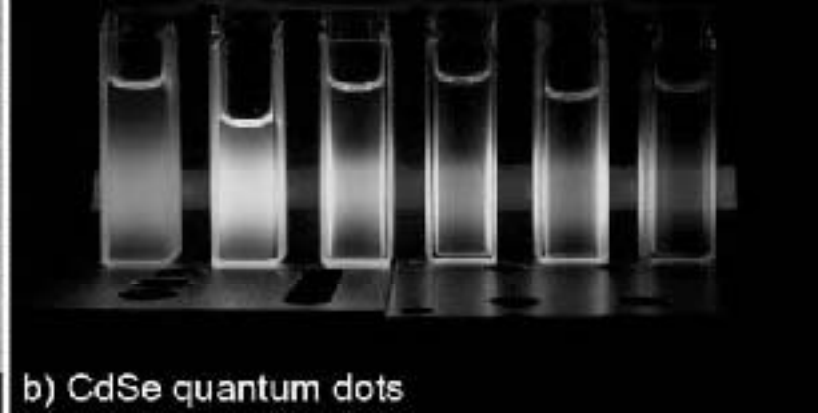


a) CdSe yarıkeçirici nanohissəciklərin TEM işəkili
(b) photograph of CdSe nanohissəciklərinin
suda UB şüaları altında luminisensiya şəklili



a) CdSe quantum dots

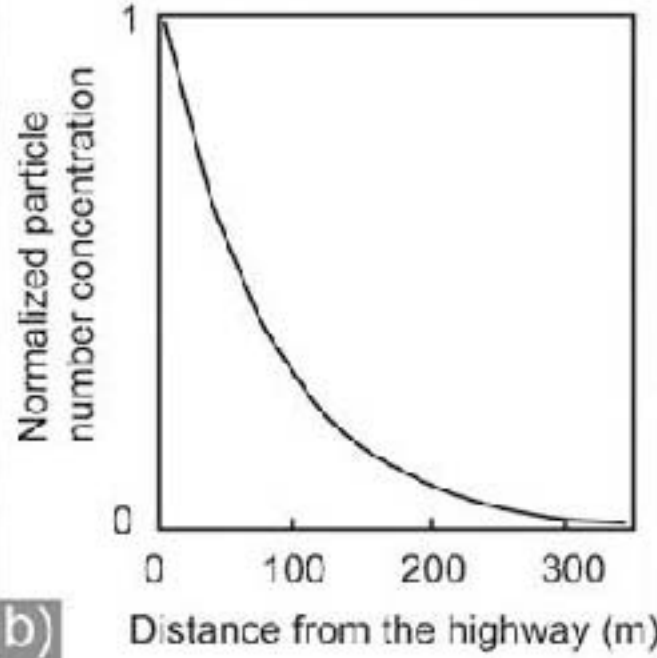
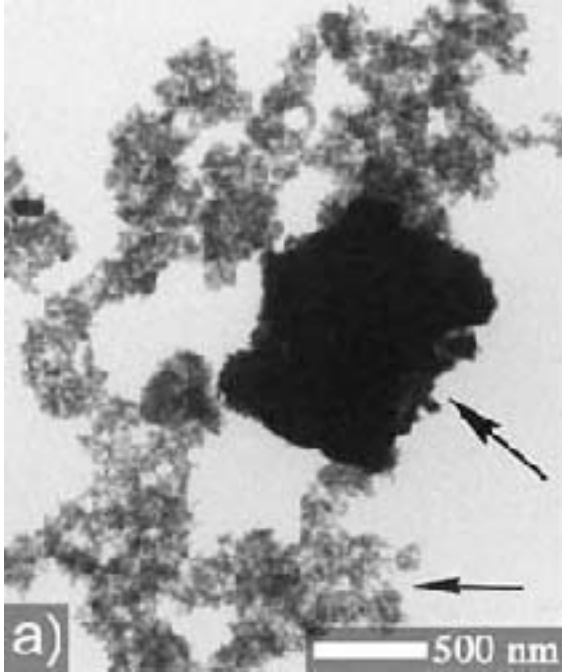
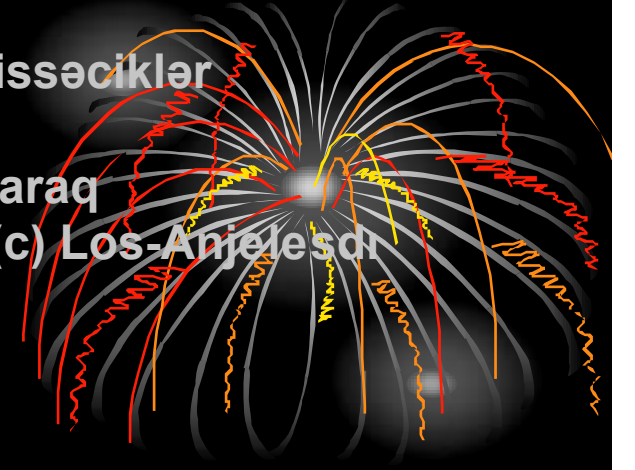
15 nm



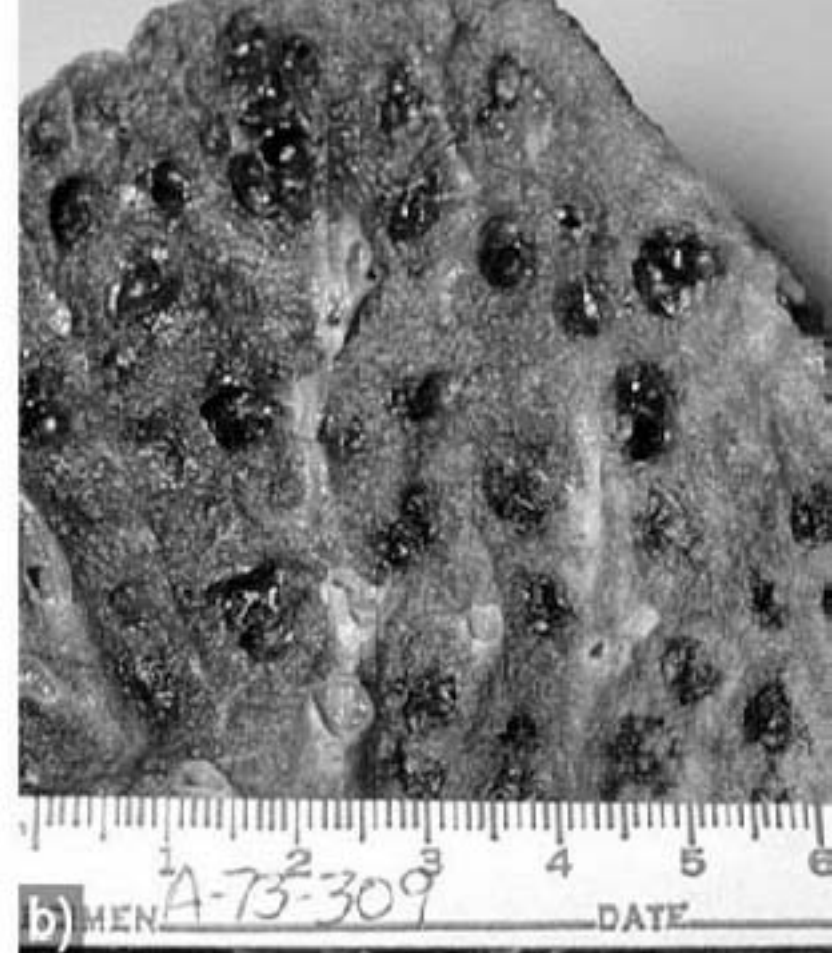
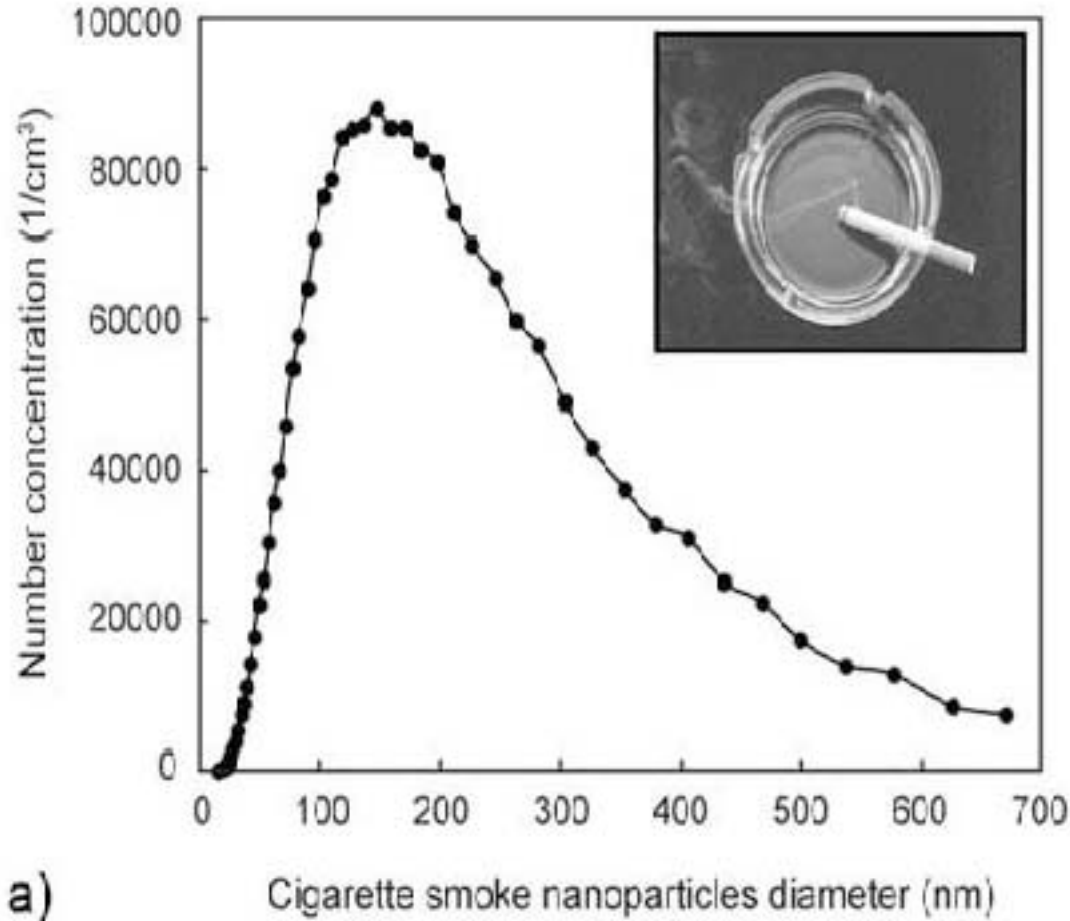
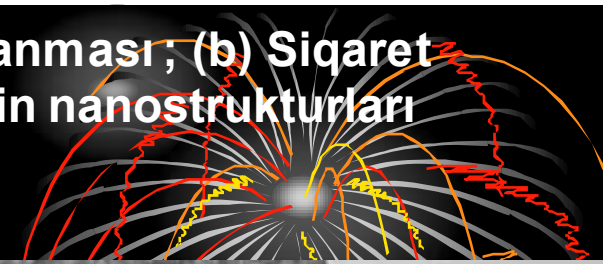
b) CdSe quantum dots



- (a) Mühərrikdən çıxan tüstüdə yaranan nanohissəciklər aqlomerat halında olur - TEM şəkilləri
(b) yolların kənarlarında məsafədən asılı olaraq nanohissəciklərin konsentrasiyası azalır ; (c) Los-Anjelesdə nəqliyyat;

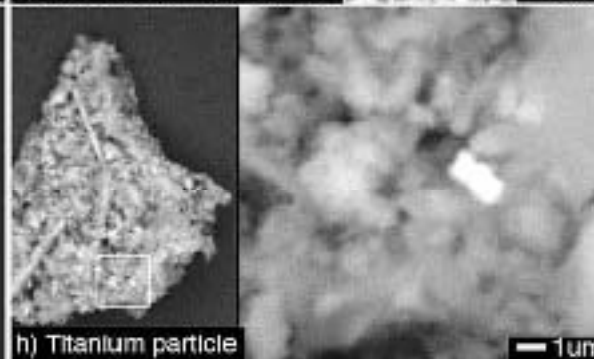
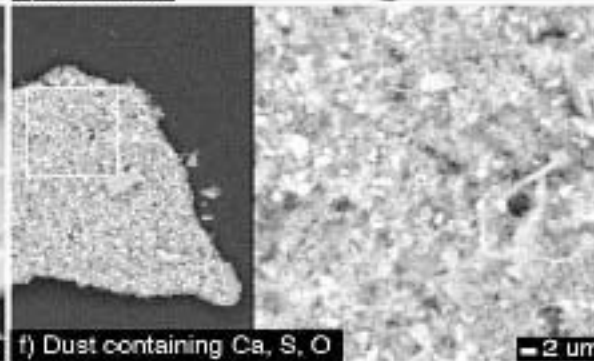
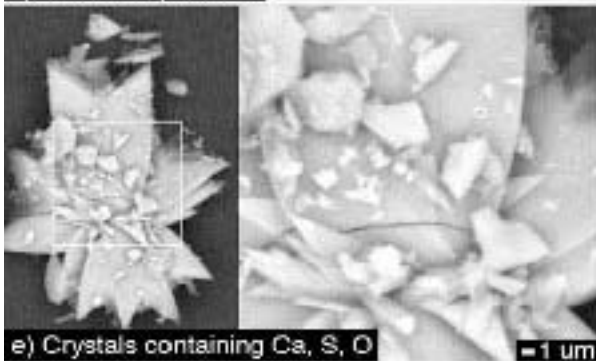
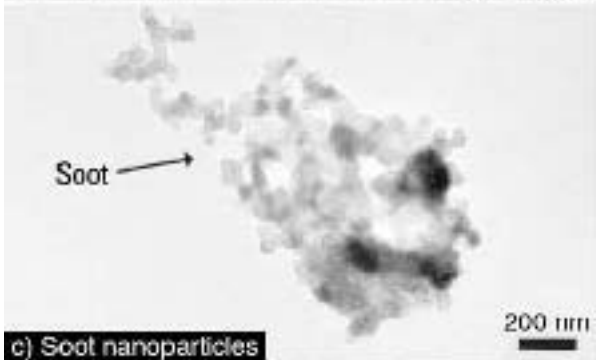


(a) Siqaretin tstsnde olan nanohissciklerin paylanmas; (b) Siqaret ekn adamn ciyrlrnde olan karbon birlemlerinin nanostrukturlar



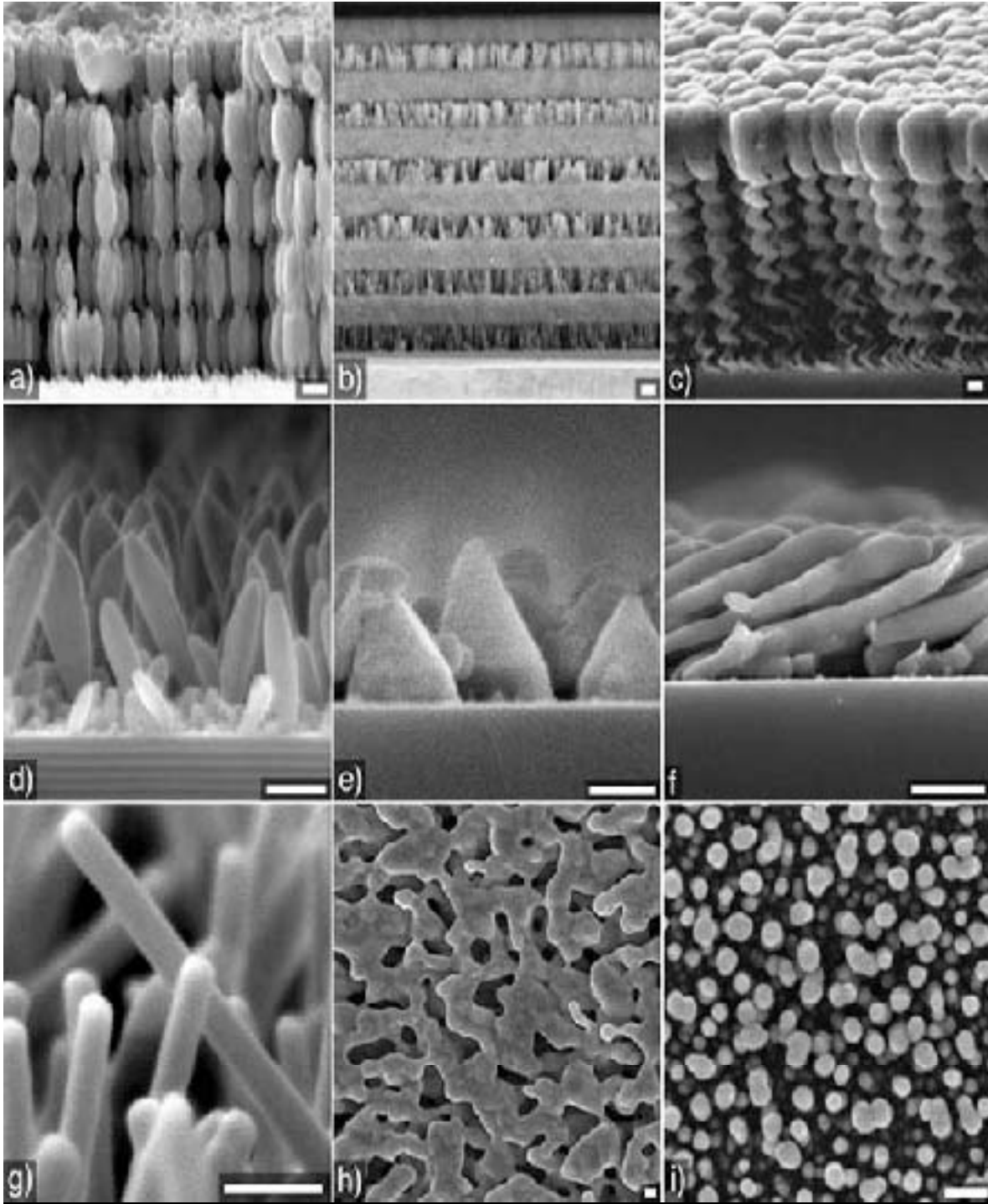
a)

b)



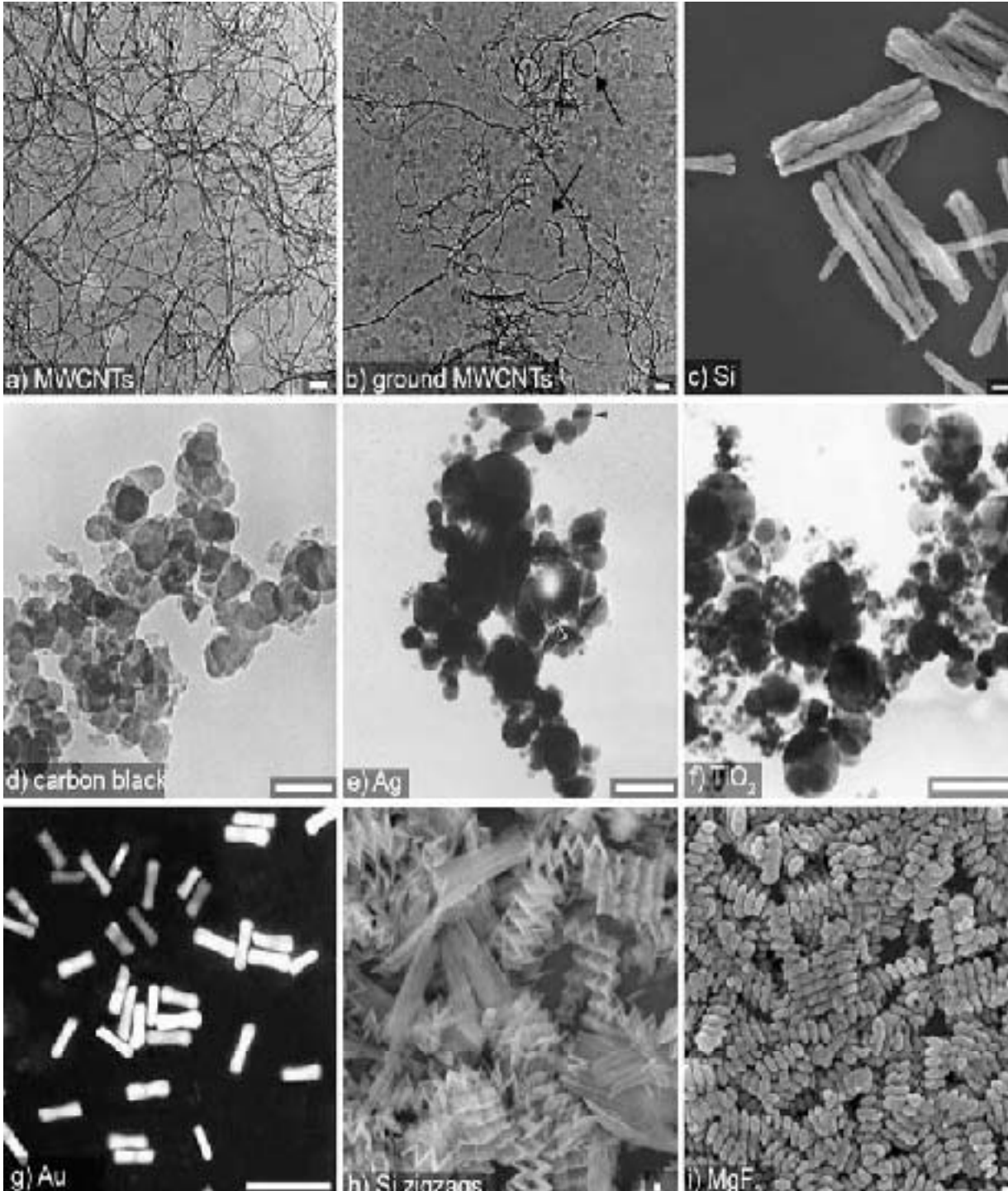
Nyo-York Ticarət mərkəzinin çökməsi zamanı yaranan tüstü və toz dumanı tərkibində külli miqdarda müxtəlif nanohissəciklər əmələ gəlmişdi (b) Ətraf küçələrdə Ağır tüstü çöküntüsü ; (c) his nanohissəcikləri , d) şüşə saplar, (e), (f) tüstünün tərkibində Ca, S və O , (g) qurğuşun ; h) titanium hissəcikləri



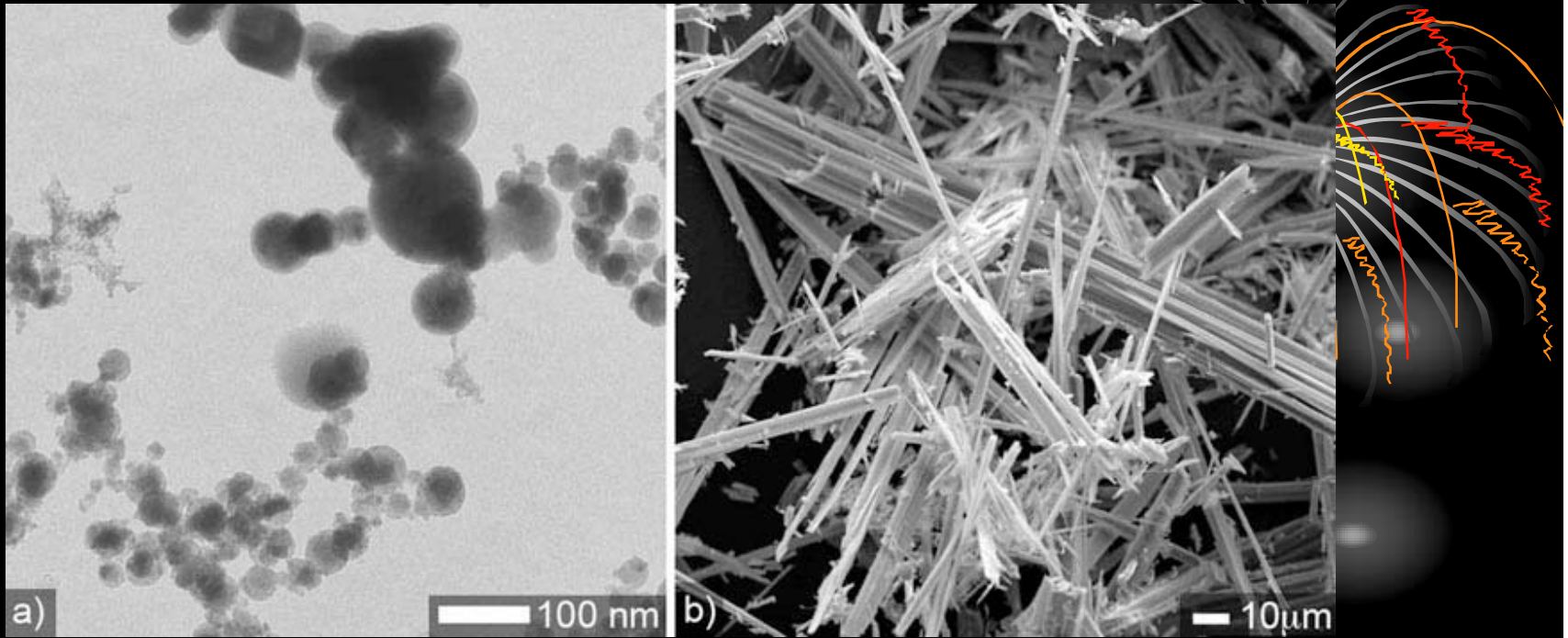


Nazik plyonka formalı nanostruktur lar toksik deyil ancaq onlardan ayrilan nanohissəcikler zəhərli olur

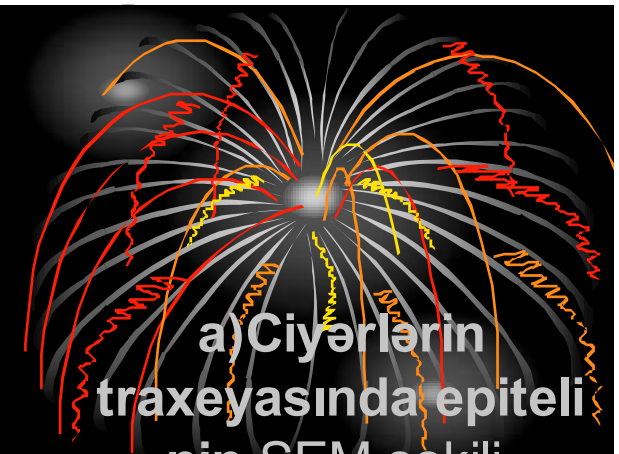
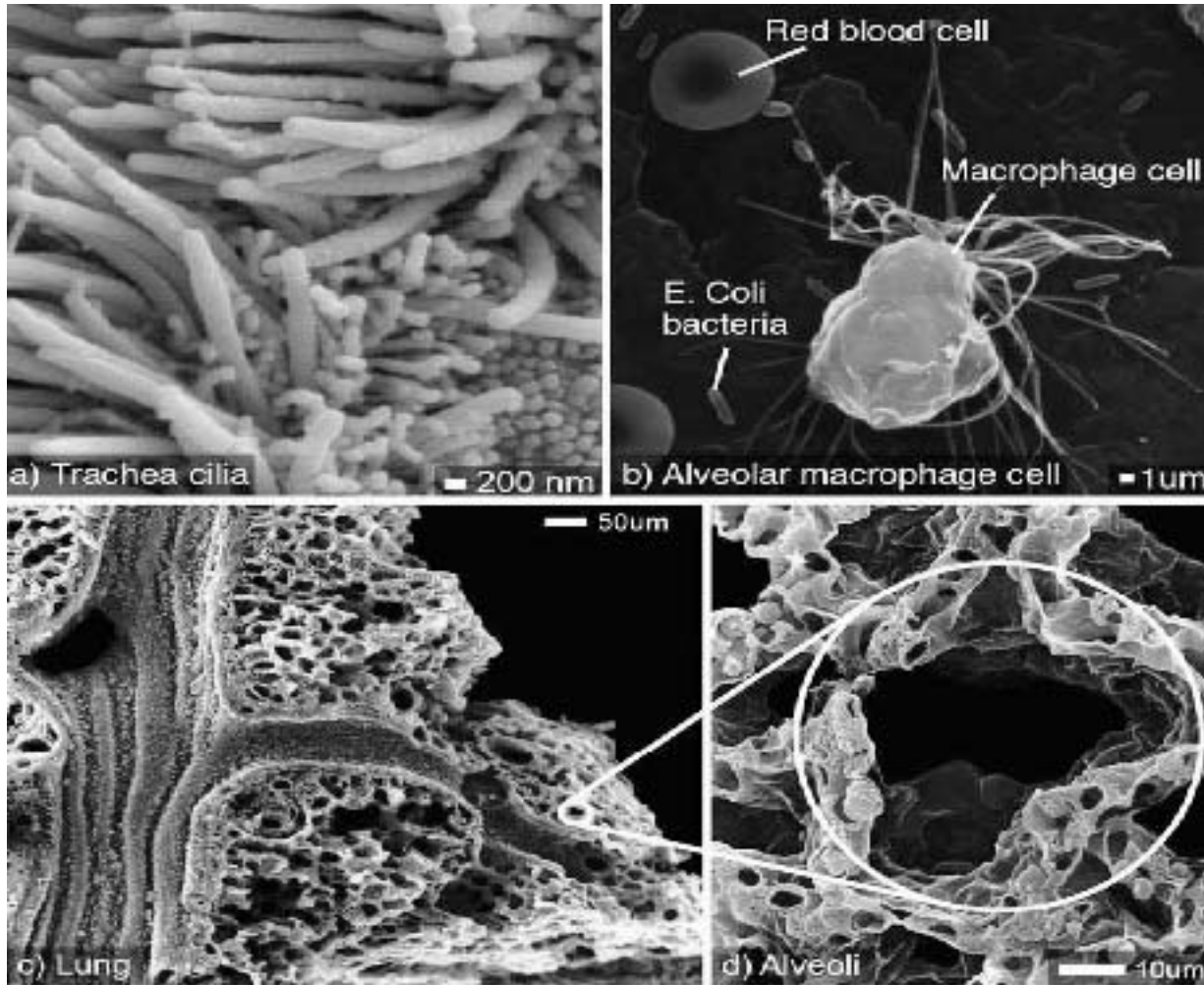
- (a) Si rugate filter , (b) Si 12- təbəqəli quruluş , (c) MgF2 qatlanmış spiral təbəqəli plyonkalar ; (d) Ti sütunlar , (e) Cu piramidaları , (f) Cu mailli sütunlar, (g) ZnO nanoməftillər , (h) Ag məsamələri , (i) Si məsamələri .
Miqyas 100 nm – dir .



Sərbəst nano hissəcik nümunələri
(a) Çoxdivarlı Karbon nanoborucuqları - MWCNTs ; (b) özüllü MWCNTs, (c) Silisium çubuqlar (d) Karbon hisi , (e) gümüş ; (f) titanium dioksid (g) Qızıl nanoçubuqlar ; (h) Silisium ziq-zaqları ; (i) Magnezium fluorid spirali .
Miqyas 100 nm-dir



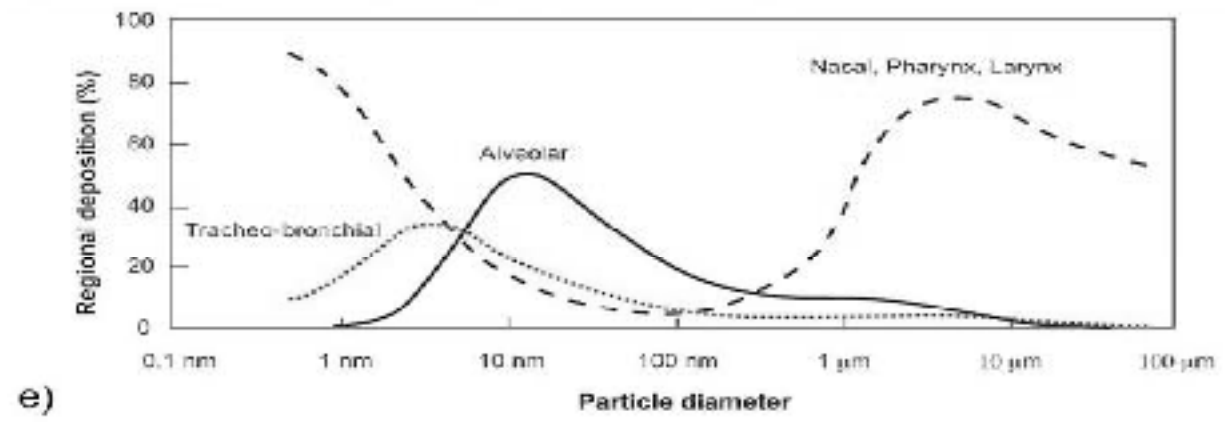
a) Qaynaq etmə zamanı yaranan nanohissəciklərin TEM şəkili ;
b) Asbest lifləri .



a) Ciyərlərin traxeyasında epitelinin SEM şəkilini.

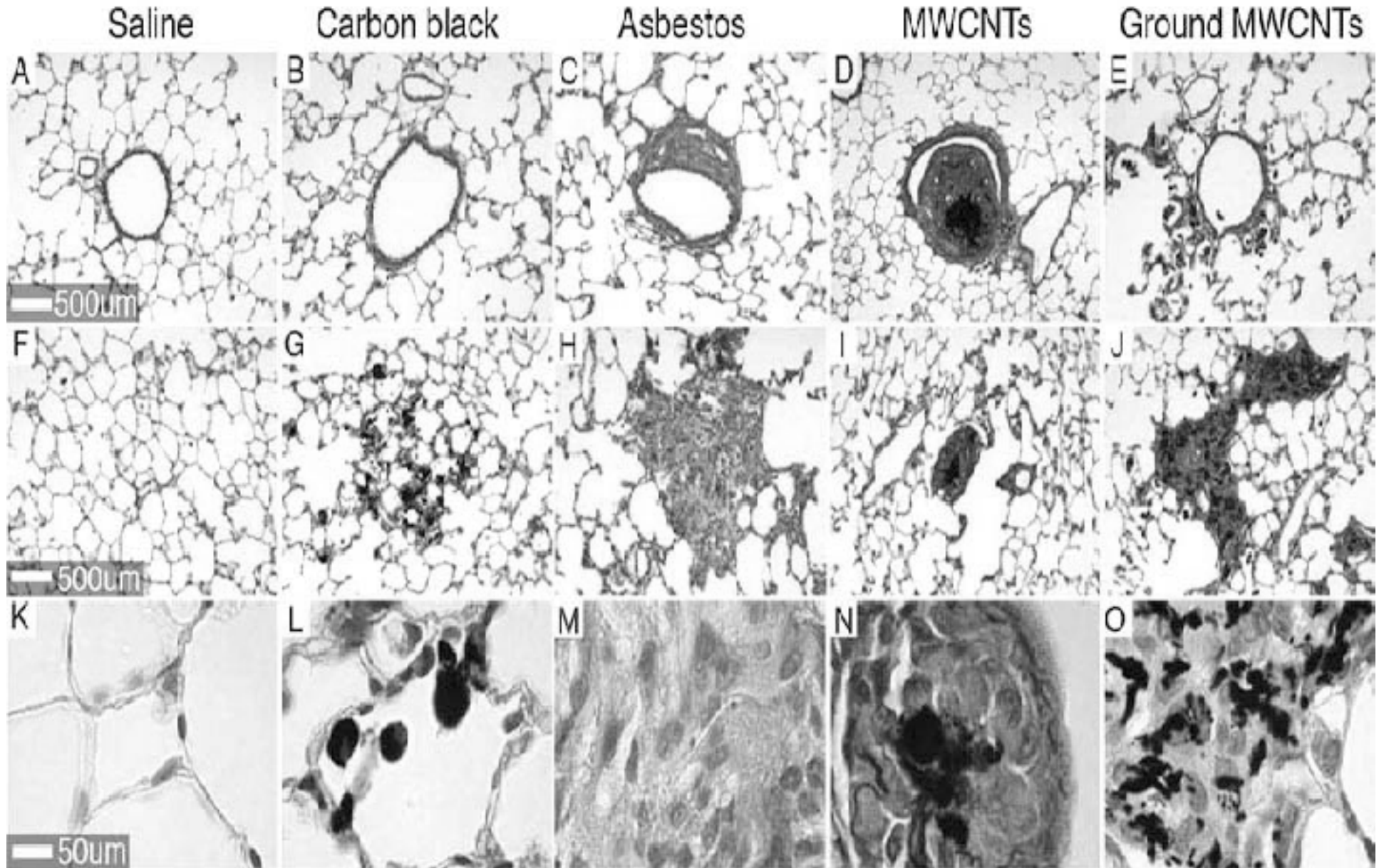
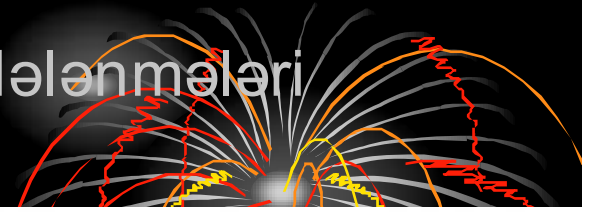
(b) İnsanın alveol makrofaqı (mərkəzdə sarı) E.Coli bakterini faqositoz edir ;

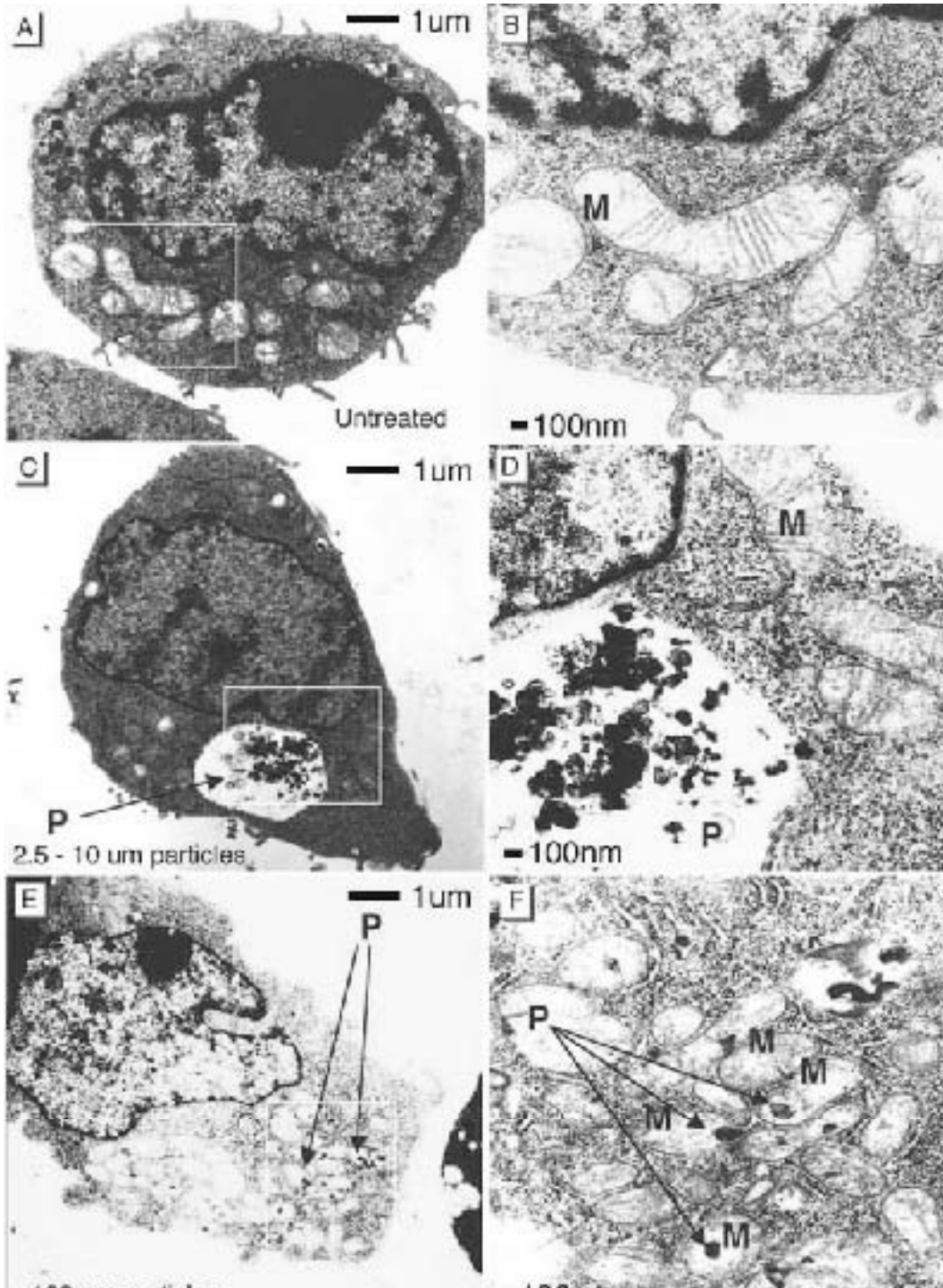
(c), (d) Ciyərin alveolları



e)

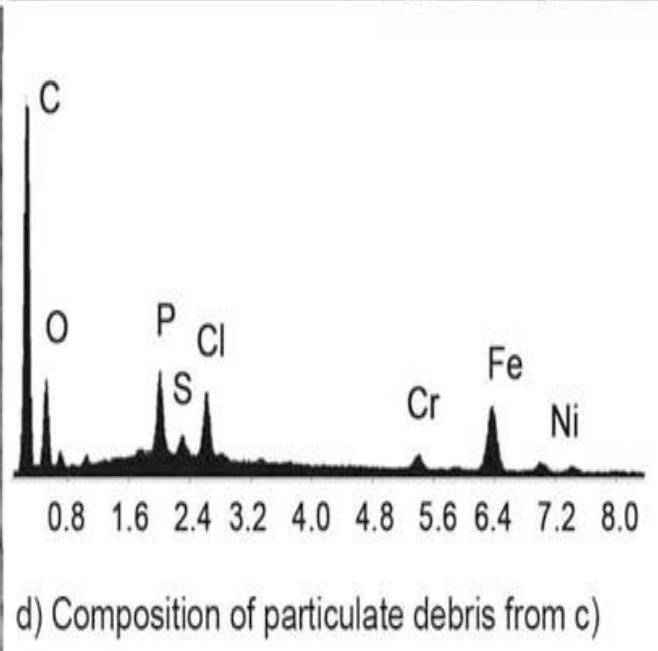
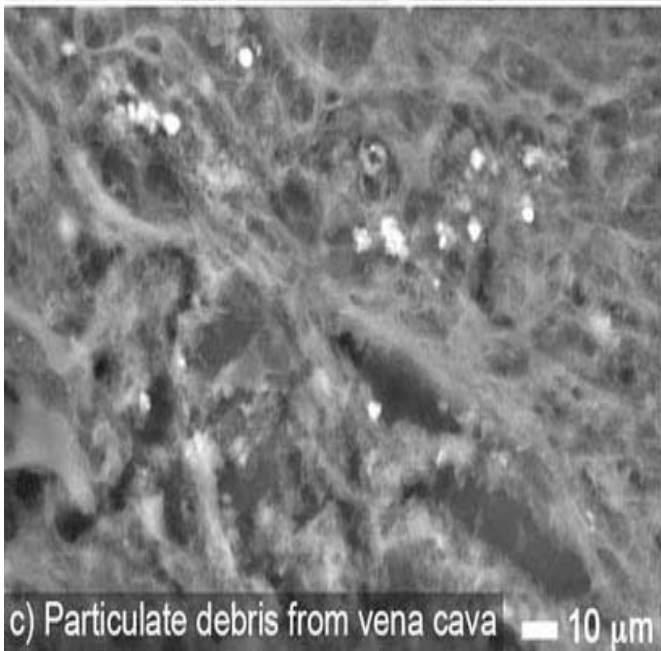
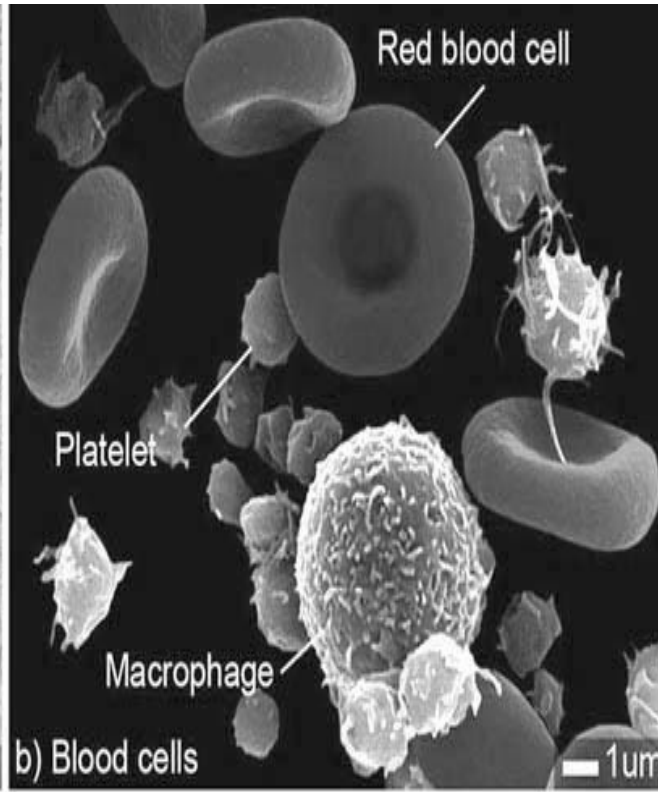
Nanohissəciklərlə siçovulun ciyərlərinin zədələnmələri





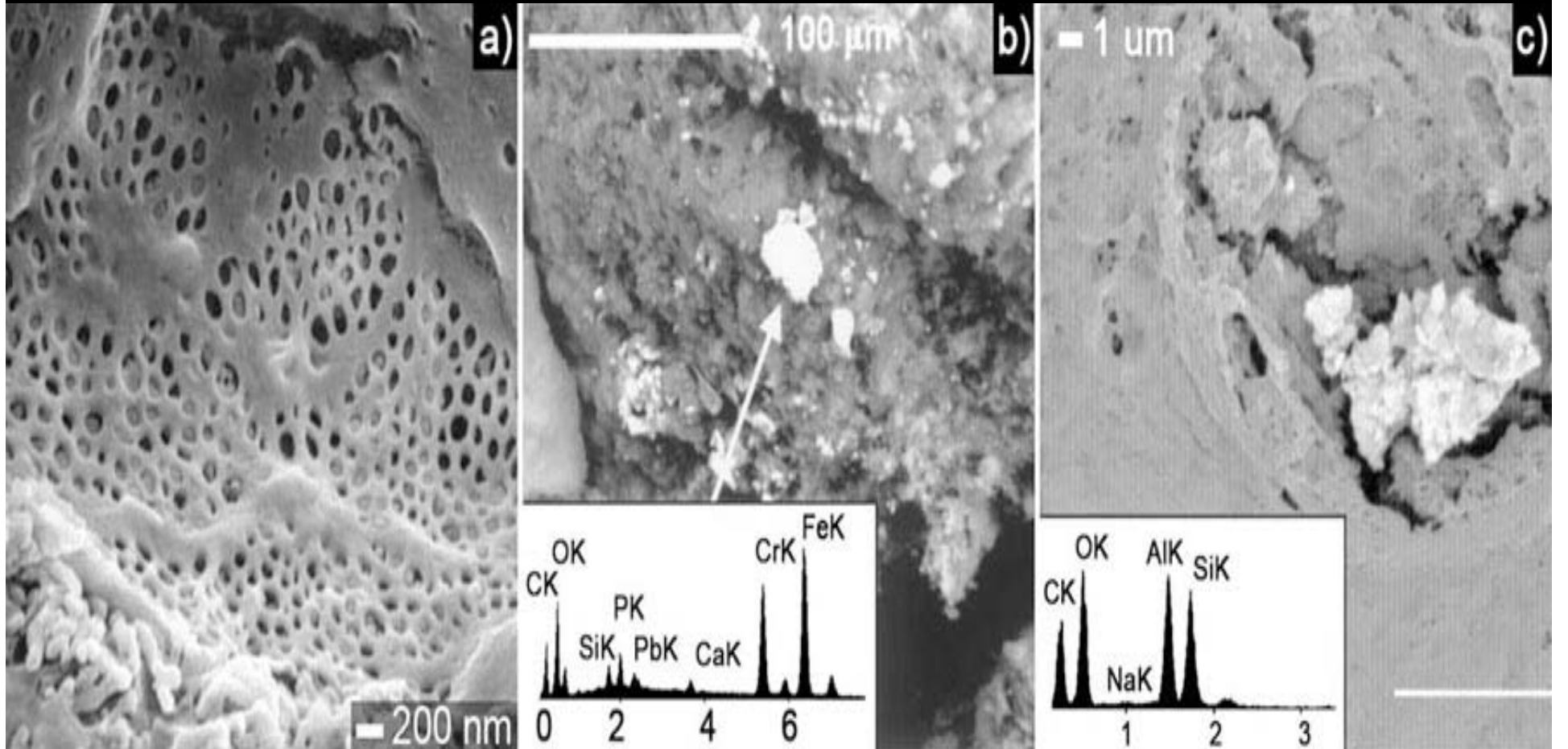
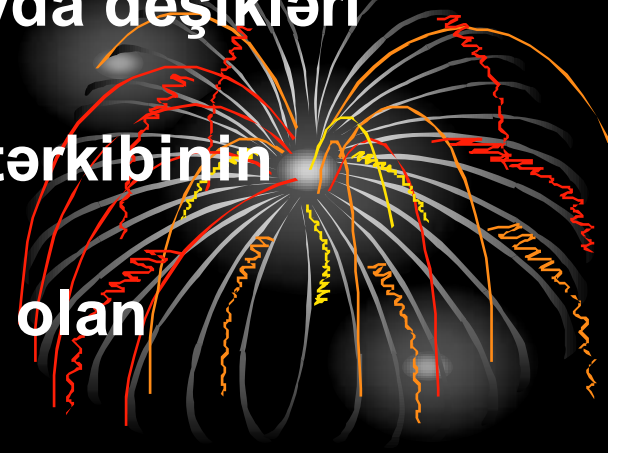
Nanohissəciklərin ölçülərindən asılı olaraq siçanın makrofaq hüceyrələrinə təsir effektinin TEM təsvirləri (a,b) təsir etməmişdən əvvəl , (c,d) 2.5 - 10 μm ölçülü nanohissəciklərin təsiri , (e,f) 100 nm-dən kiçik nanohissəciklərin təsiri ; M –mitoxondrilər



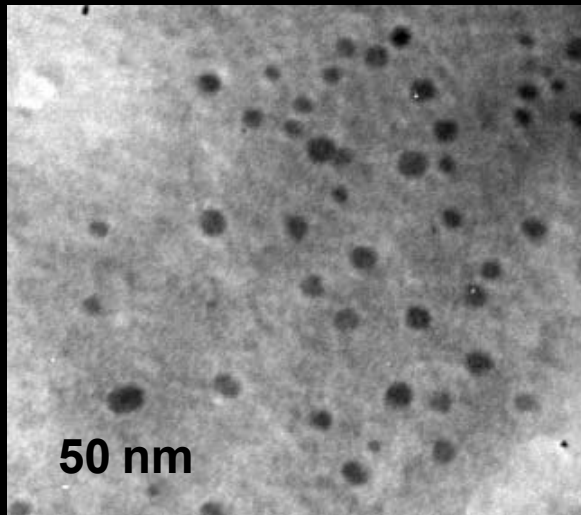
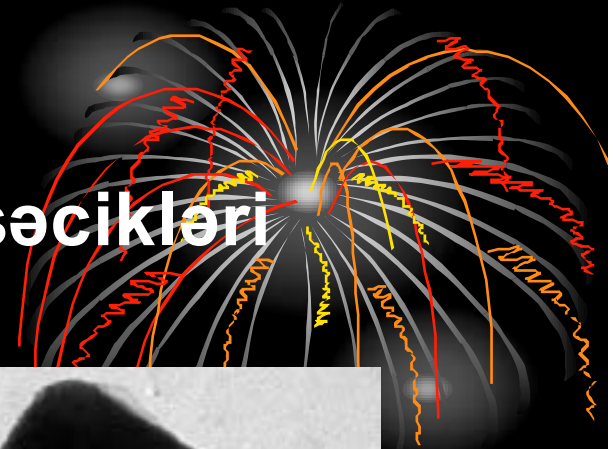


(a) Eritrositlər kapilyarda.
(b) Trombositlərç eritrositlər və makrofaqlar ;
(c) Venaya daxil olan makrohissəciklər onun divarlarında qırıntılar kimi toplanır ;
(d) bu qırıntıların tərkibinin EDS spektri ;

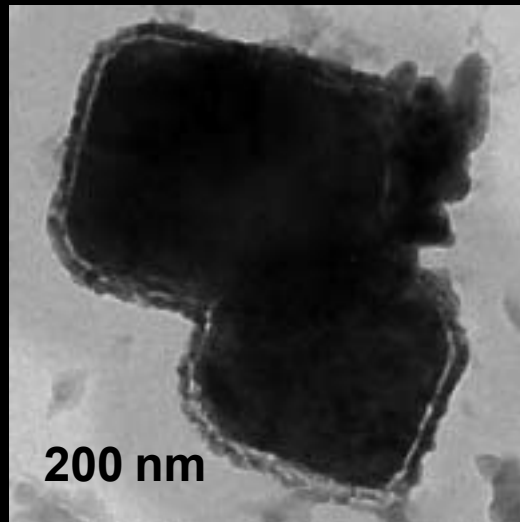
(a) Siçanın qara ciyərində çoxlu sayda deşikləri olan epiteli hüceyrələri
Hissəciklərin SEM təsvirləri və tərkibinin spektri
(b) ciyəri və (c) böyrəkləri xəstə olan pasientdən götürülmüşdür



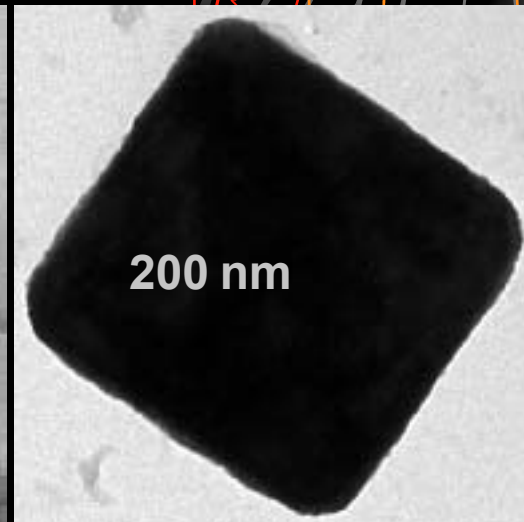
Düyü qbığından alınan SiO₂ hissəcikləri



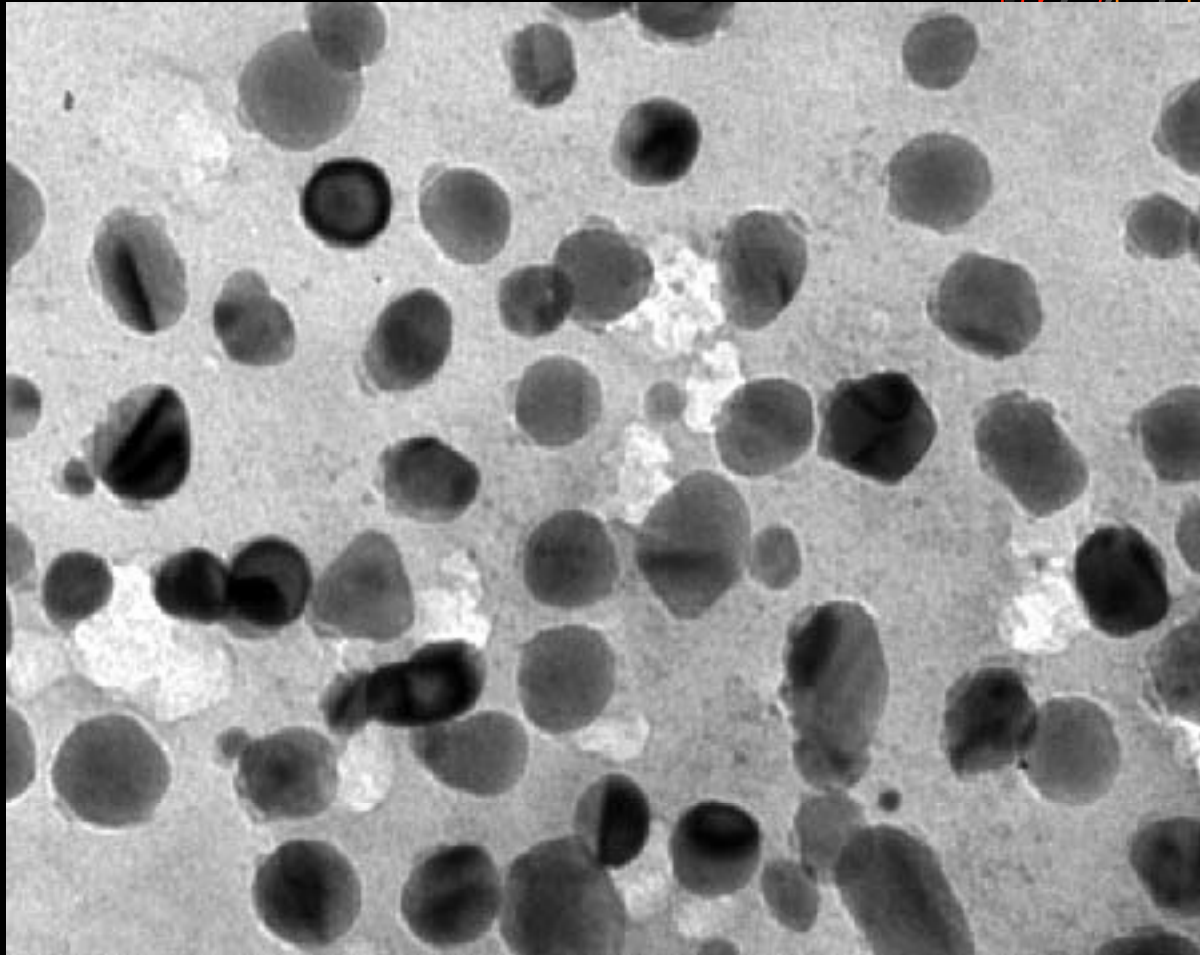
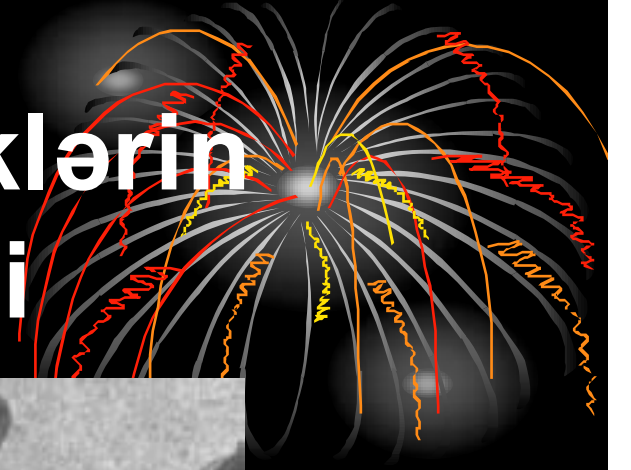
Bioleached
silica



Calcined silica (400 °C / 2 h)

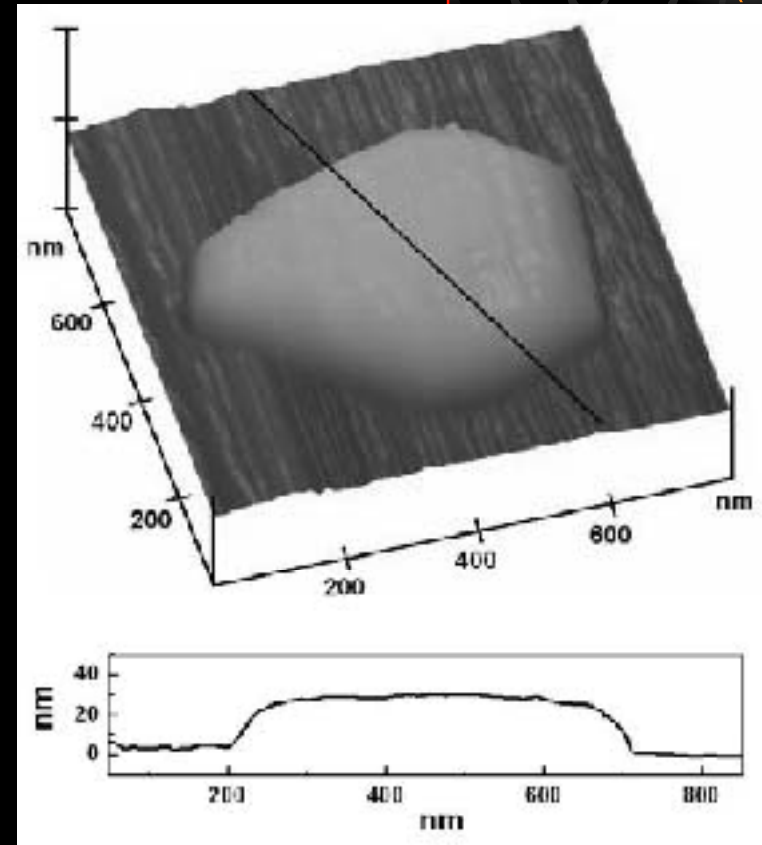
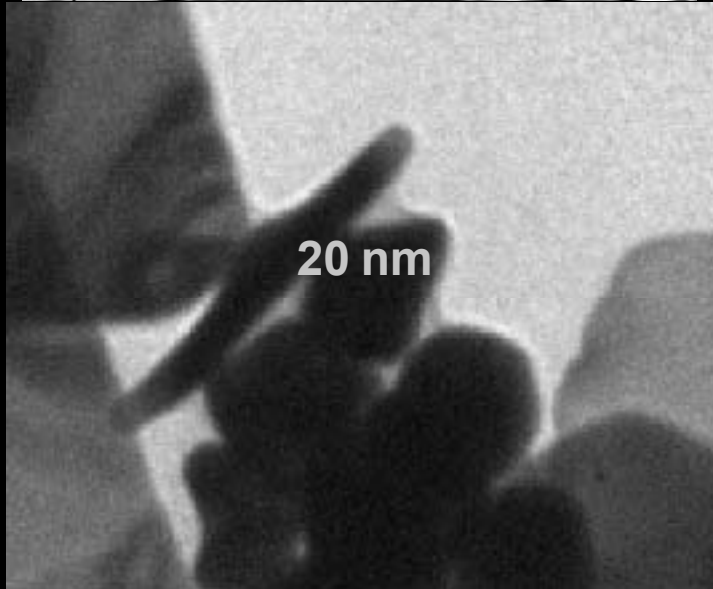
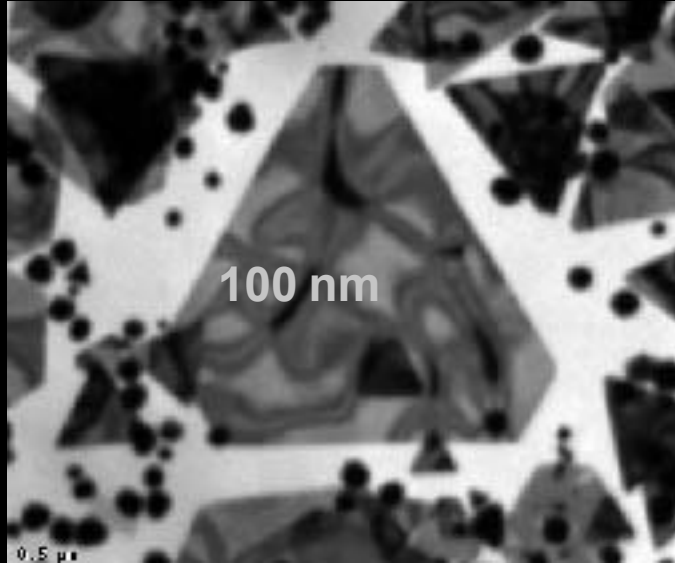
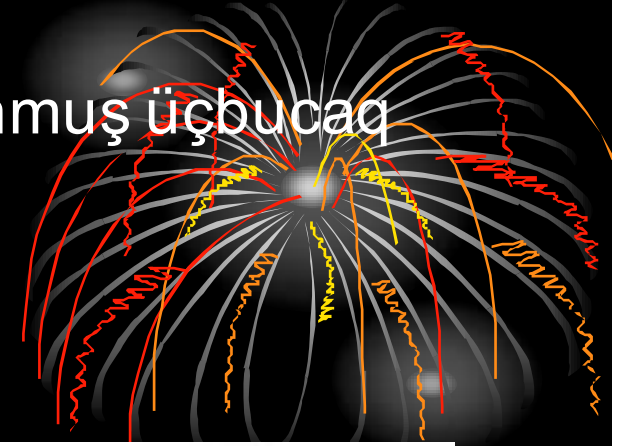


Fe₃S₄ nanohissəciklərin Bakterial sintezi

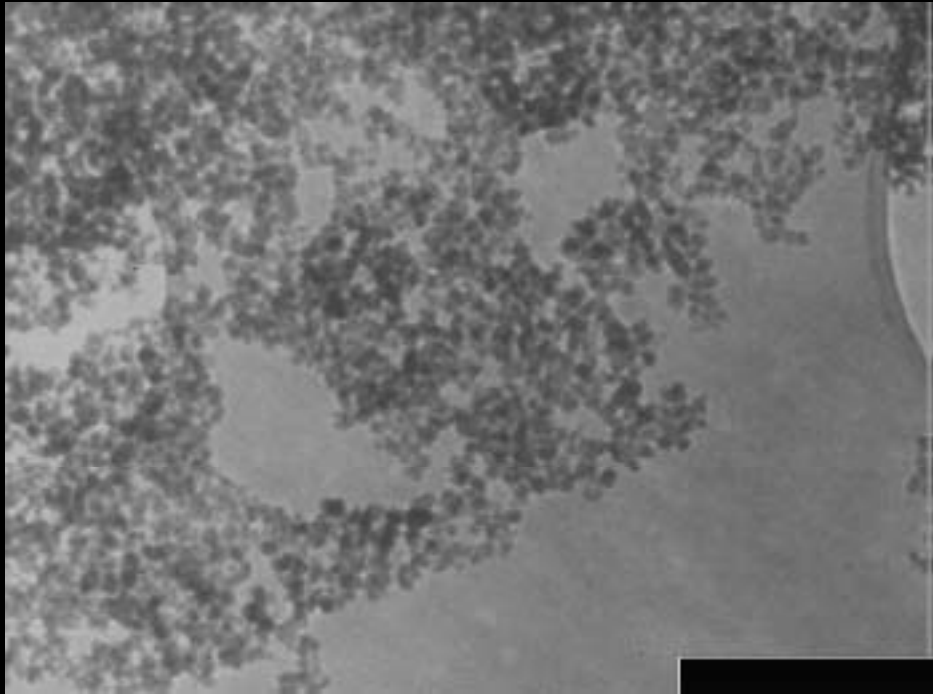


72 saat müdətində

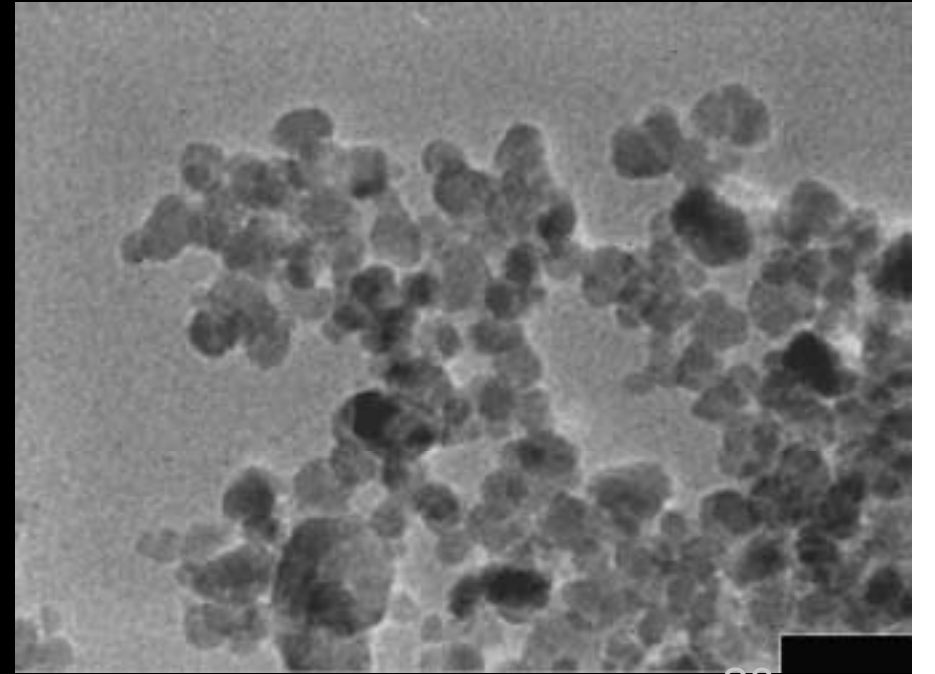
Lemon otunun ekstraktında sentez olunmuş üçbucaq qızıl nanohissəcikləri



**Maqnit nanohissəciklərinin TEM təsvirləri (a) aşağı
və (b) yüksək böyütmələrdə**

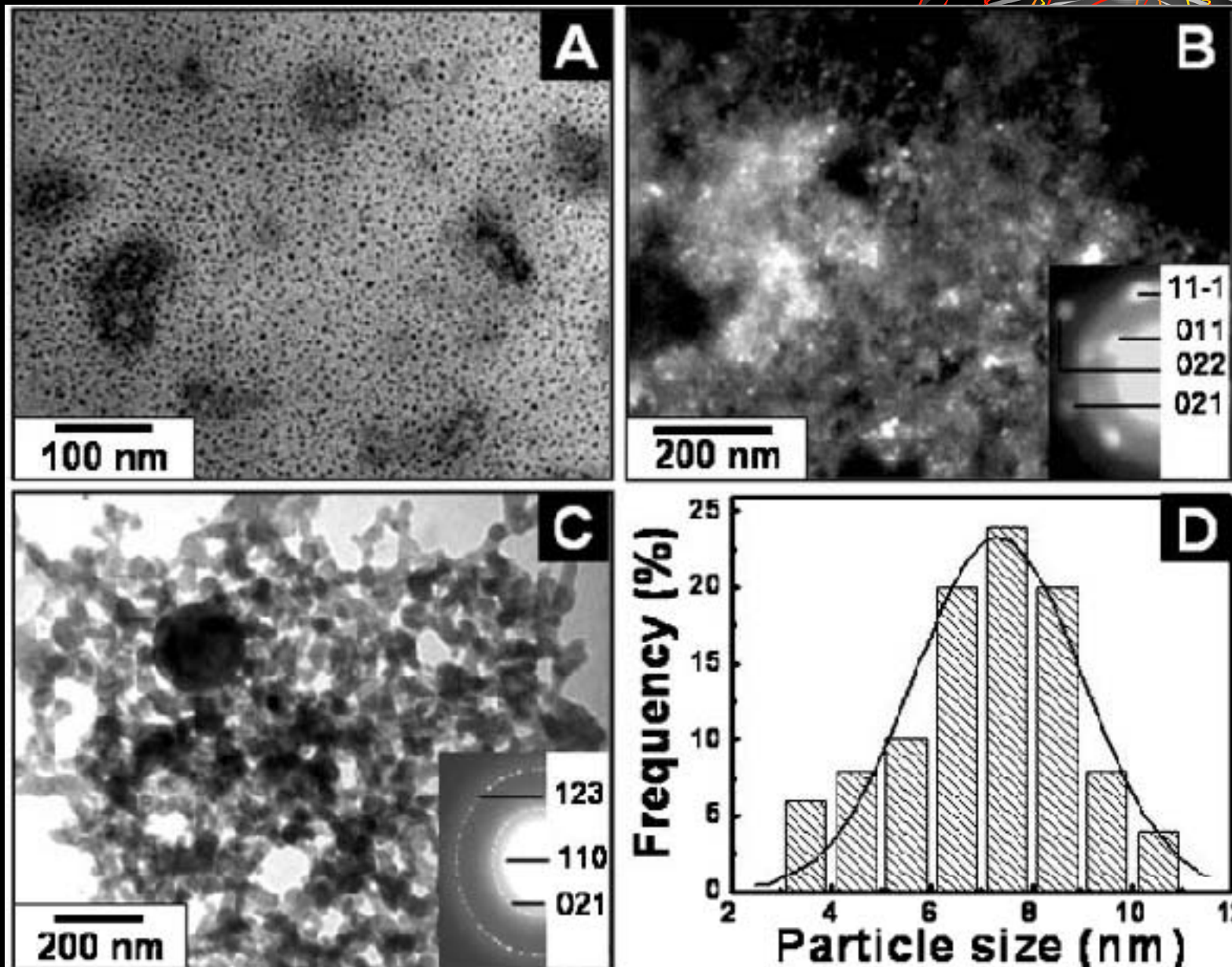


100nm

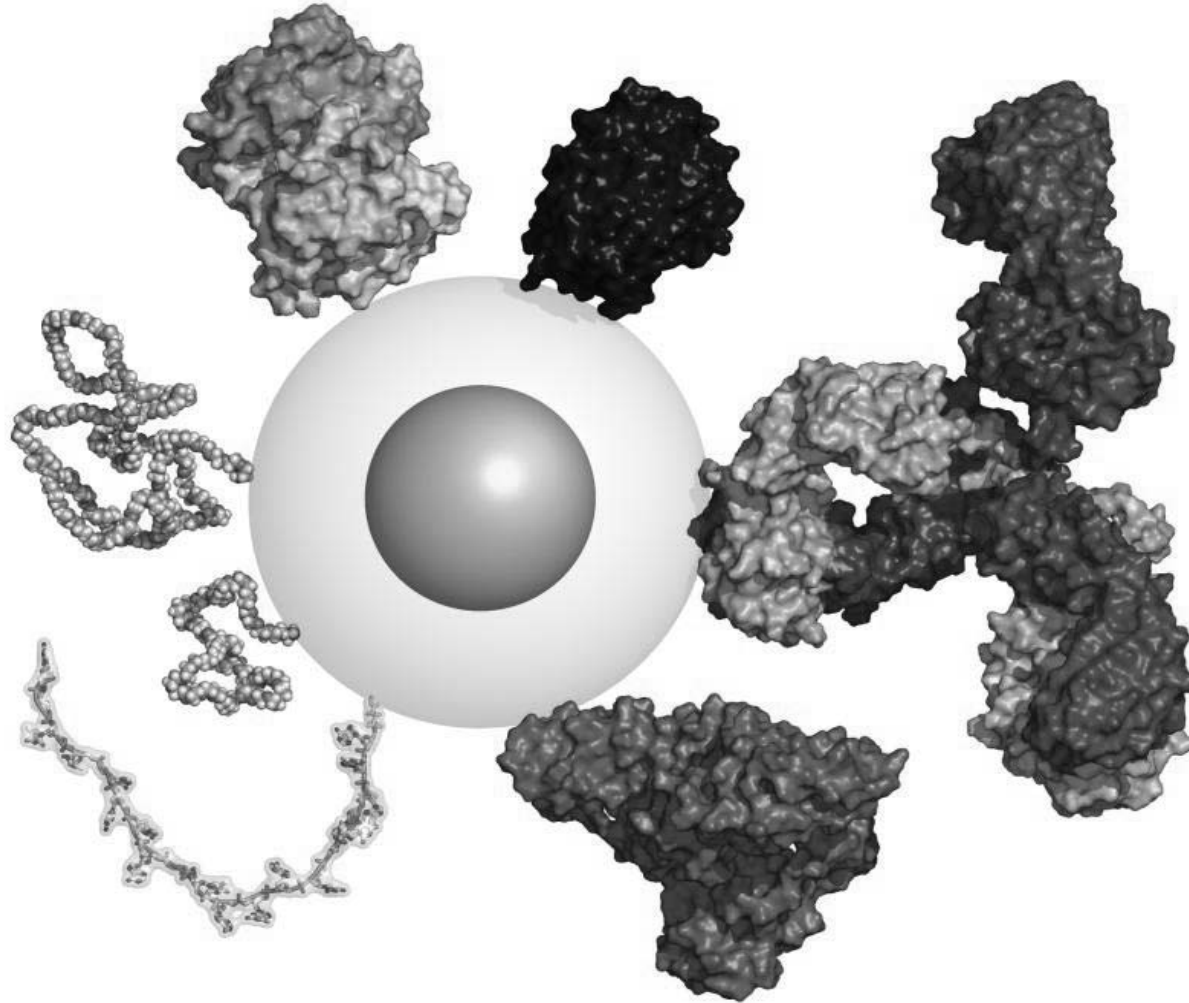
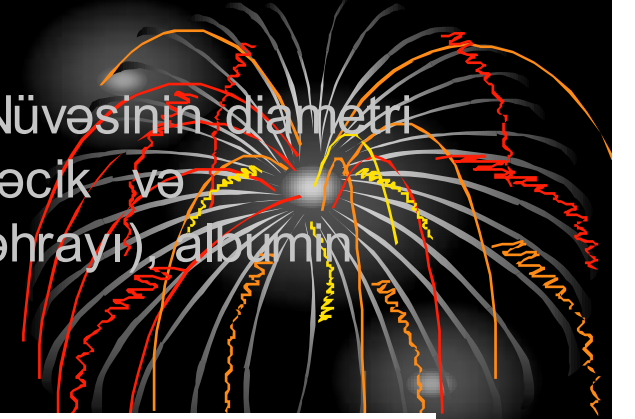


20nm

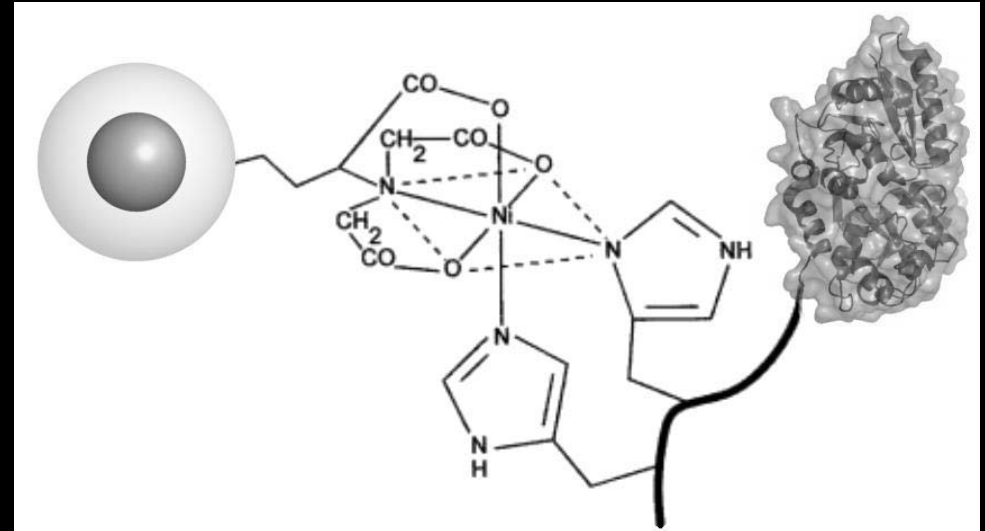
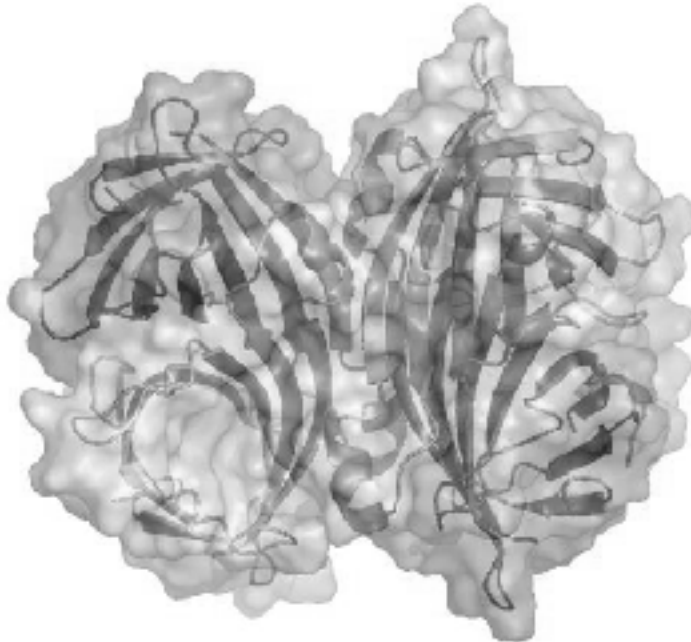
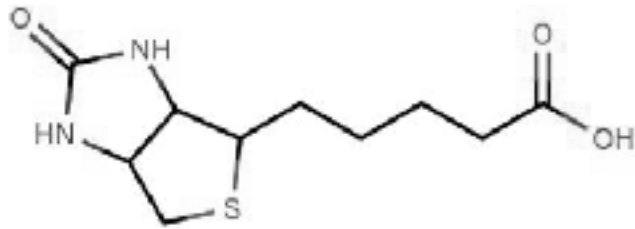
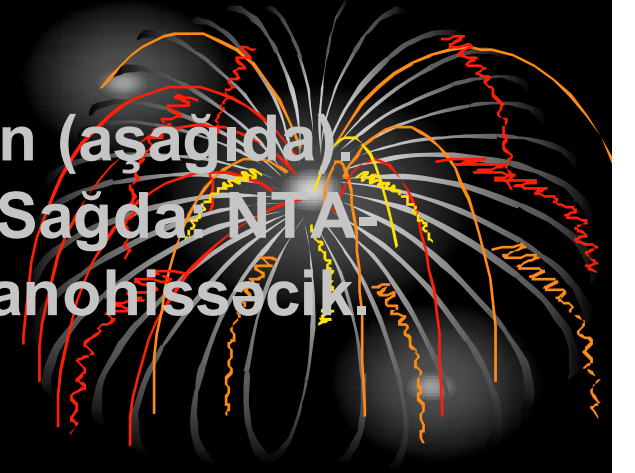
Sirkonium iki oksid nanohissəciklərinin TEM təsvirləri



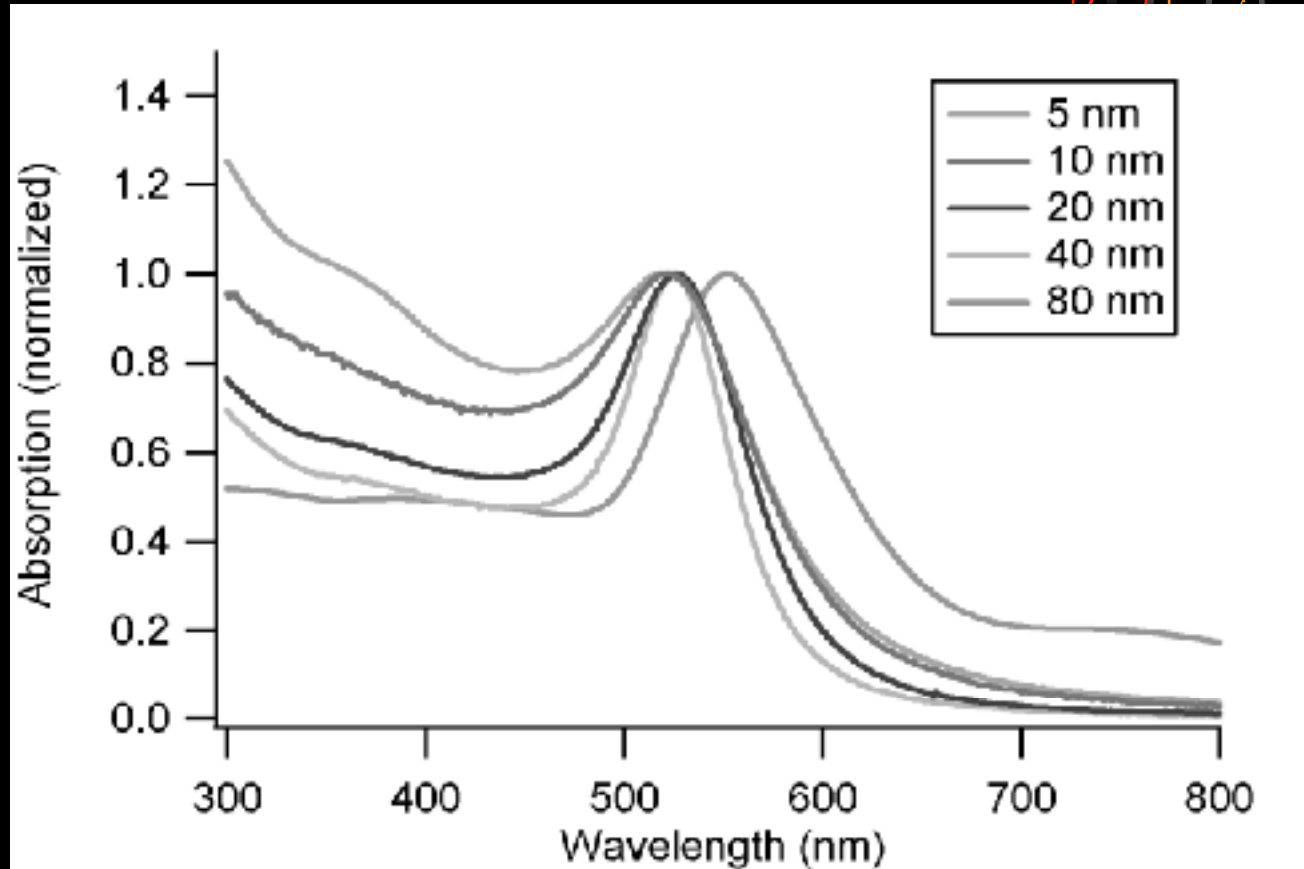
Nanohissəciklə bioloji molekulların müqayisəsi. Nüvəsinin diametri 5 nm, qabığı ilə birlikdə 10 nm diametrli nanohissəcik və streptavidin (yaşıl), transferrin (göy), antibody (çəhrayı), albumin (qırmızı), bir zəncirli DNT . Zülalların kristalları



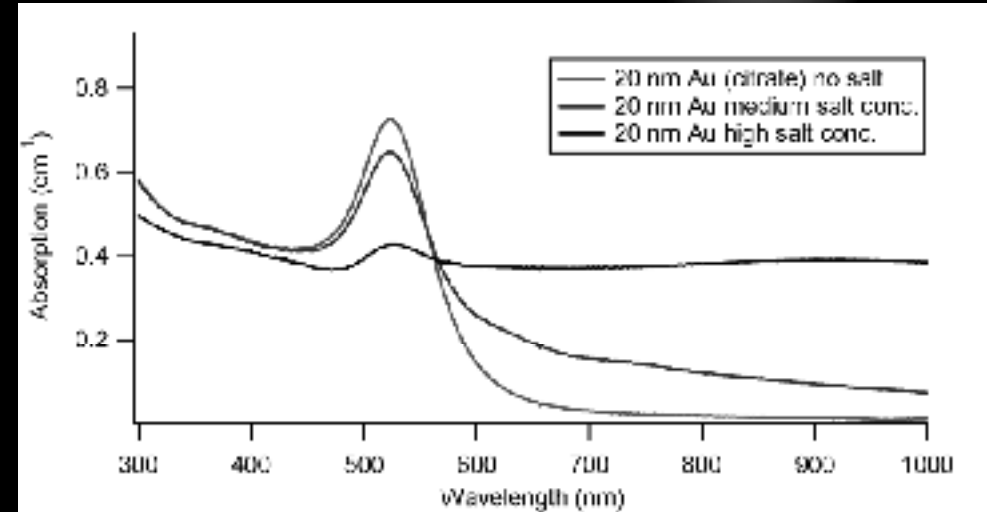
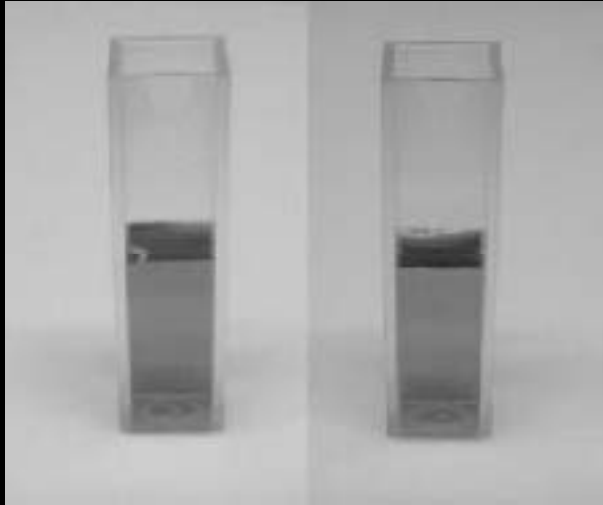
Solda: Biotin (yuxarıda) və streptavidin (aşağıda). Streptavidin ~ 53 kDa çəkiddə zülaldır. Sağda: NTA-Ni²⁺ (NTA – histadin) birləşdirilmiş nanohissəcik.



Müxtəlif ölçülü qızıl nanohissəciklərinin optik udma spektri. Diametri kiçik nanohissəciklərdə spektral plazmon pikin vəziyyəti az dəyişir. Piklərin vəziyyətinə görə küvetdə nanohissəciklərin konsentrasiyasını müəyyən etmək olur. Tək-tək nanohissəciklər daha dar pikə malik olur.

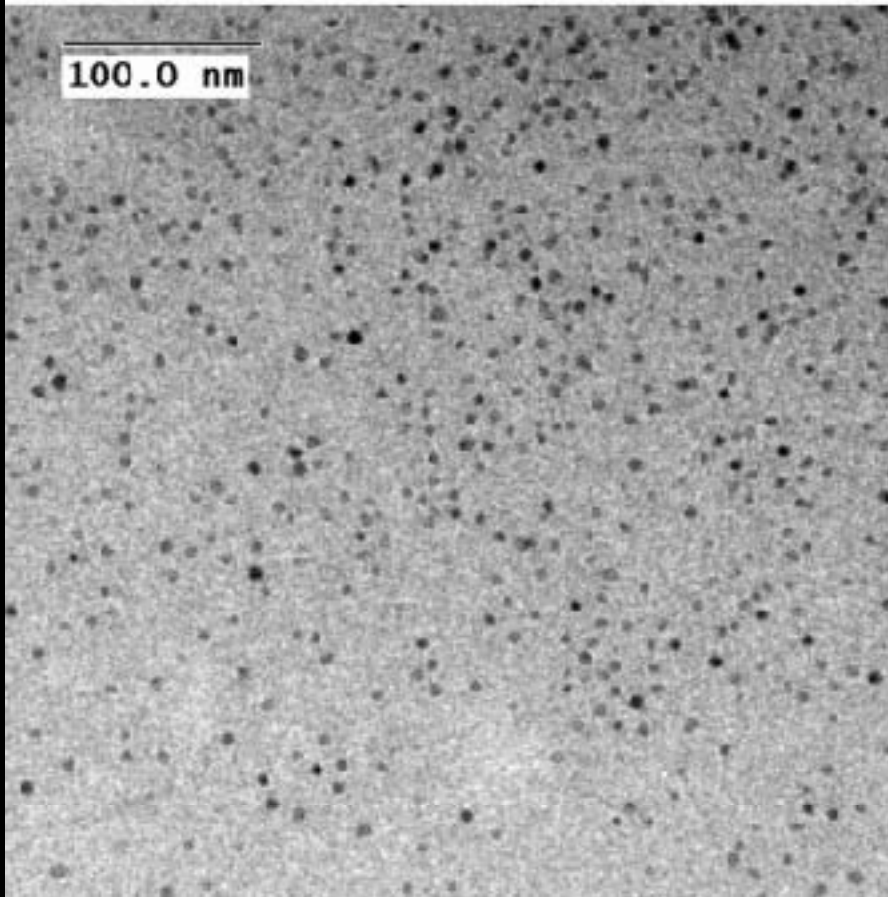


Tək-tək qızıl nanohissəcikləri olan məhlul qırmızı rəngdə olur. Nanohissəciklər aqlomerat əmələ gətirdikdə (konsentrasiyanı və ya pH artıran zaman) onların arasındakı məsafə kiçilir, plazmon ossilyasiyası qarışıq hissəciklər arasında baş verir və qırmızı rəng göy və boz rəngə çalır. Hissəciklərin səthinin örtüyündən asılı olaraq bu effekt çevrilə bilən olur.

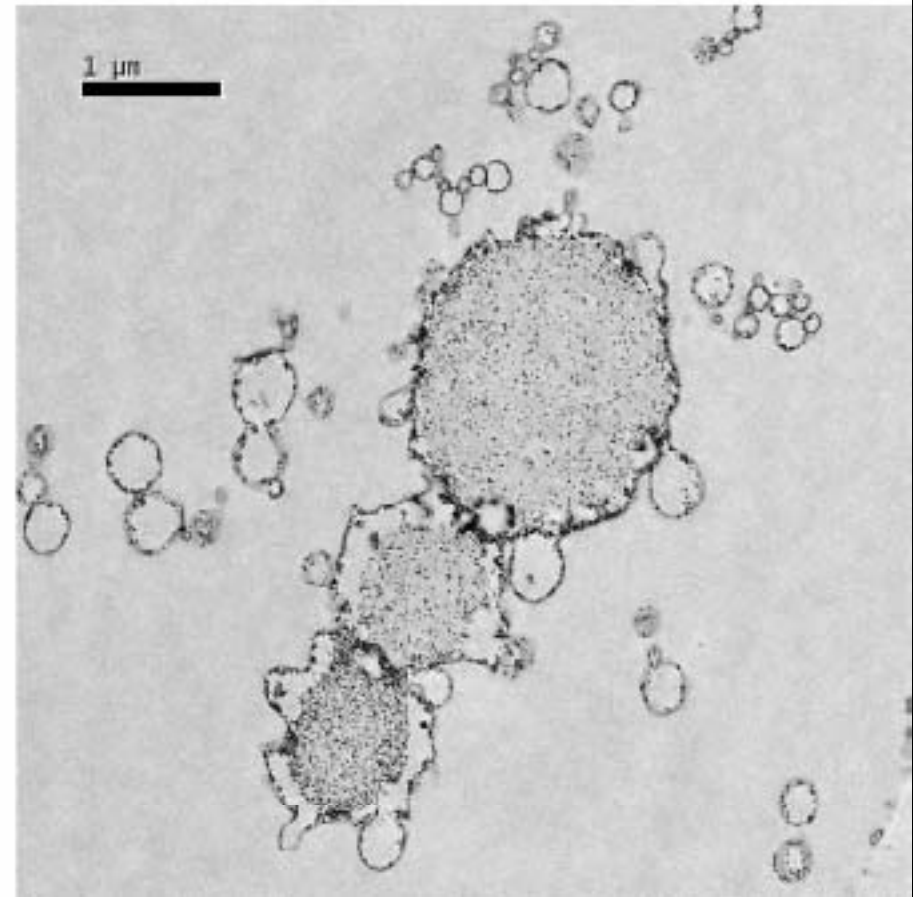


Manqan birləşmiş dəmir oksidi nanohissəciklərinin TEM şəkilləri. Bu nanohissəcikləri amfifil polimer örtüklə (a) təmin etdikdə onlar uzun müddət tək-tək qala bilirlər və lipid molekulları ilə əhatə olunduqda aqlomerat halına keçə bilmirlər, lipi misellərinin daxilində (b).

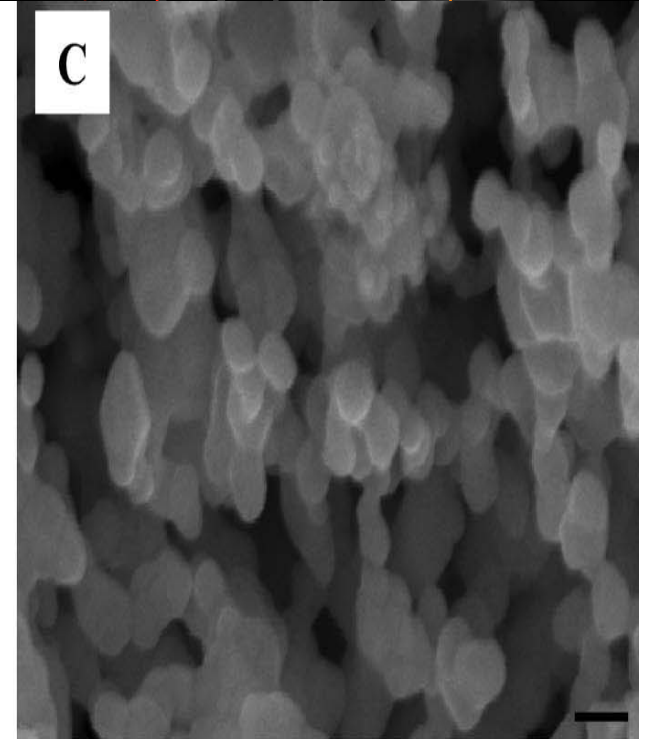
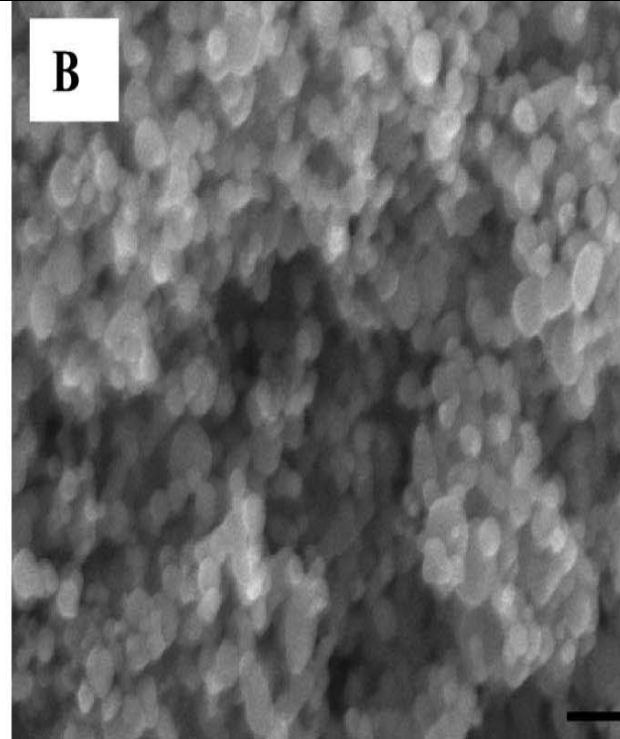
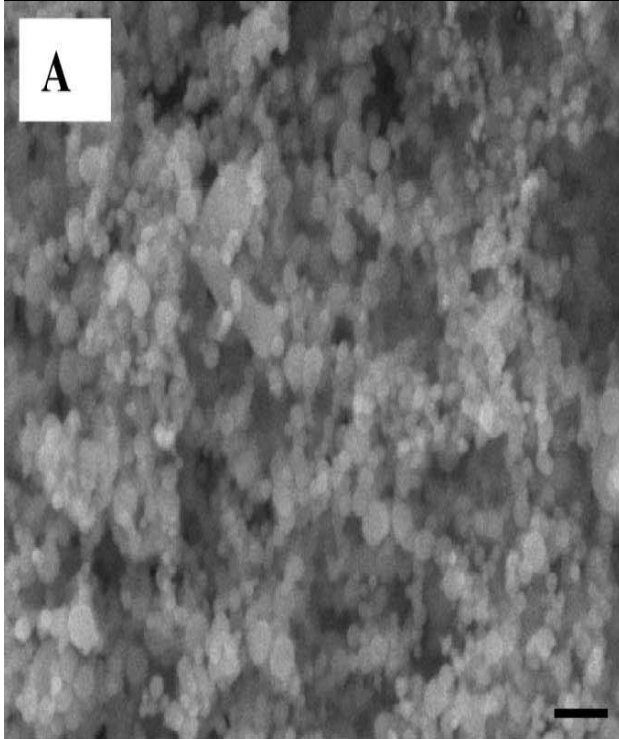
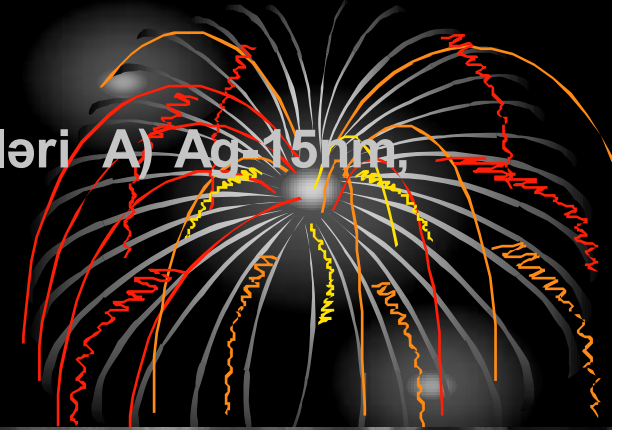
a)



b)



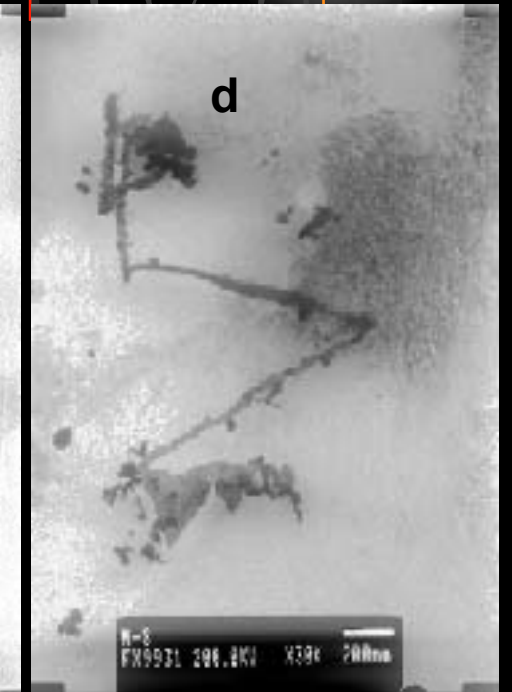
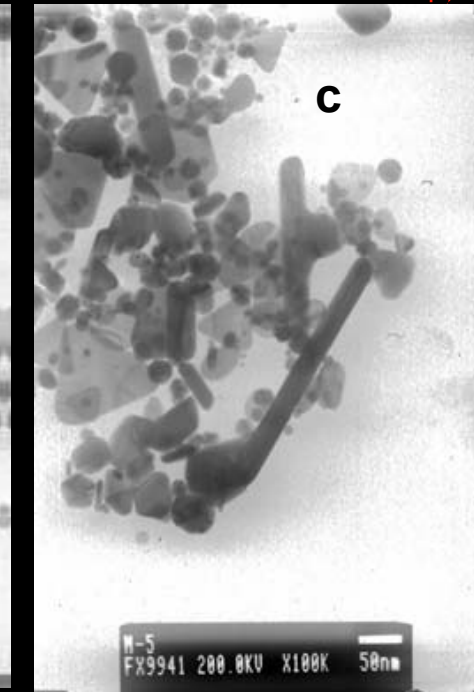
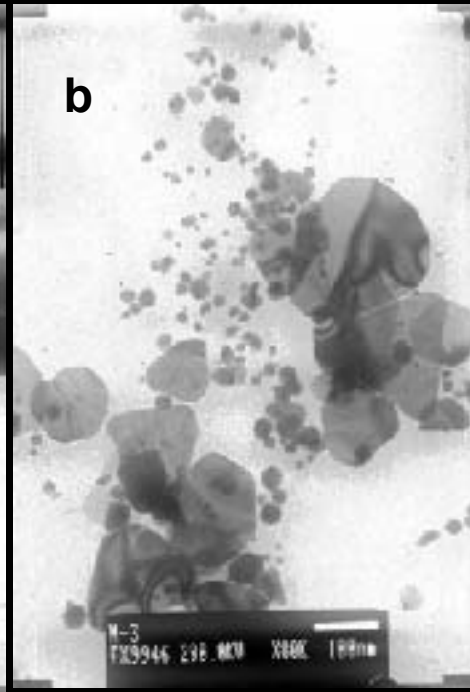
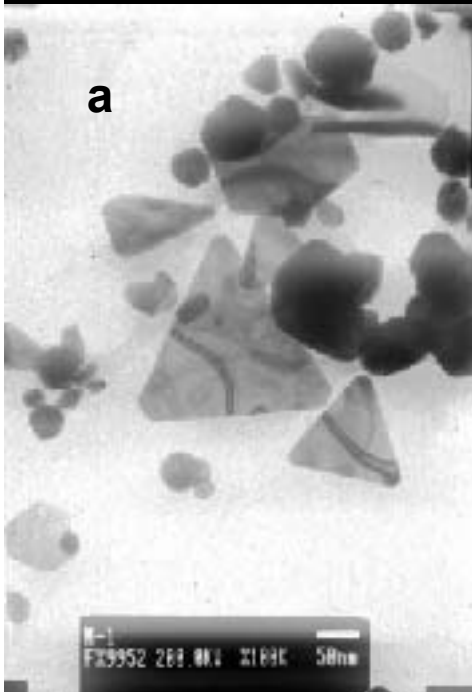
Gümüş (Ag) nanohissəciklərinin SEM təsvirləri
(A) Ag-15nm, (B) Ag-30nm, və (C)
Ag-55nm. Miqyas 100 nm.



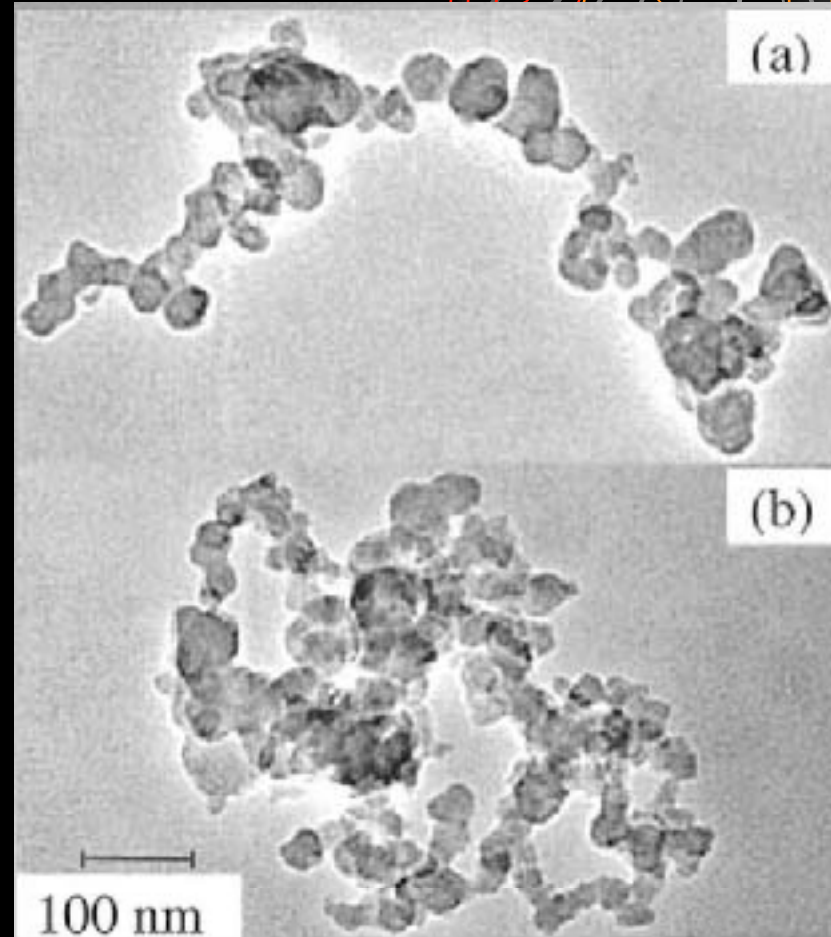
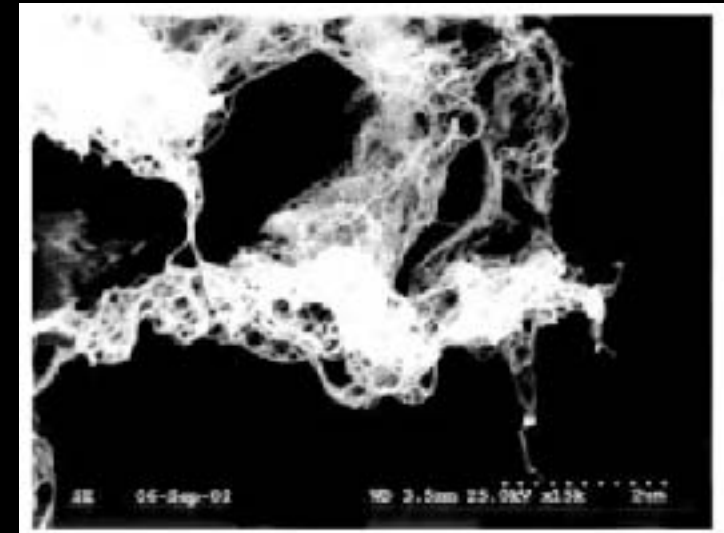
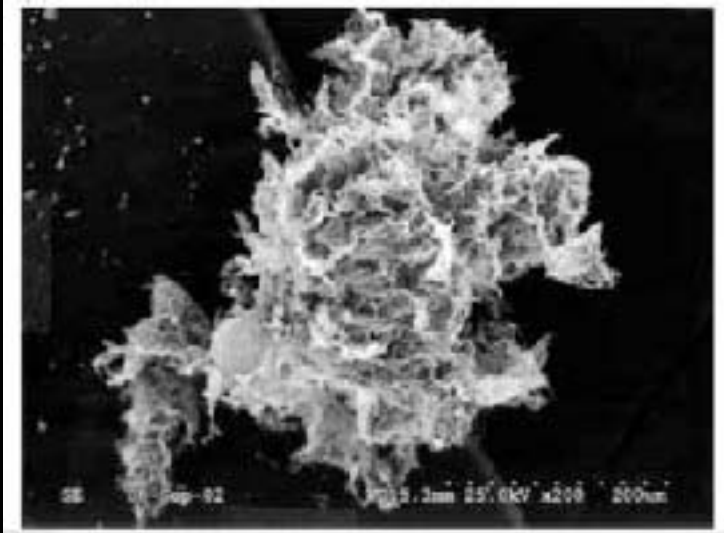
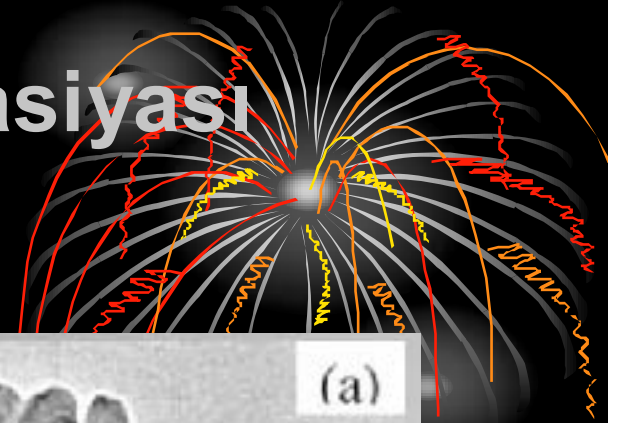
Şəkər çüğüdürünün ekstraktında sintez olunmuş qızıl nanohissəciklərinin ölçülərinin mühitin pH-dan asılılığı TEM təsvirləri



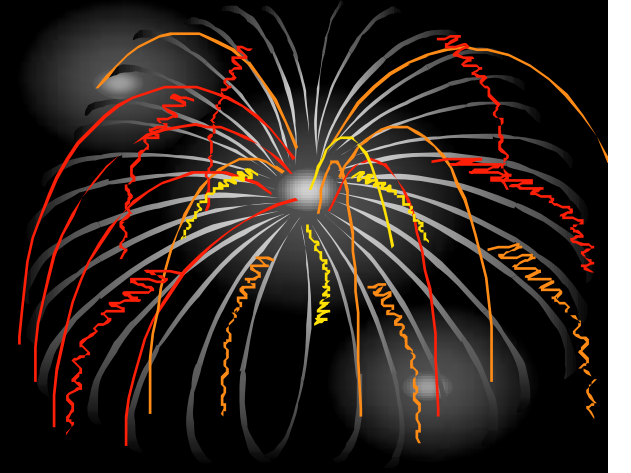
a) pH 2, b) pH 4, c) pH 7, d) pH 10.



Nanohissəciklərin aqlomerasiyası normal haldır



*from: Xiong & Friedlander, 2001; Roth et al.,
2004; Teng et al., 2003*



DIQQÄTINIZÄ GÖRÄ MINNÄTDARAM