

BENEQ

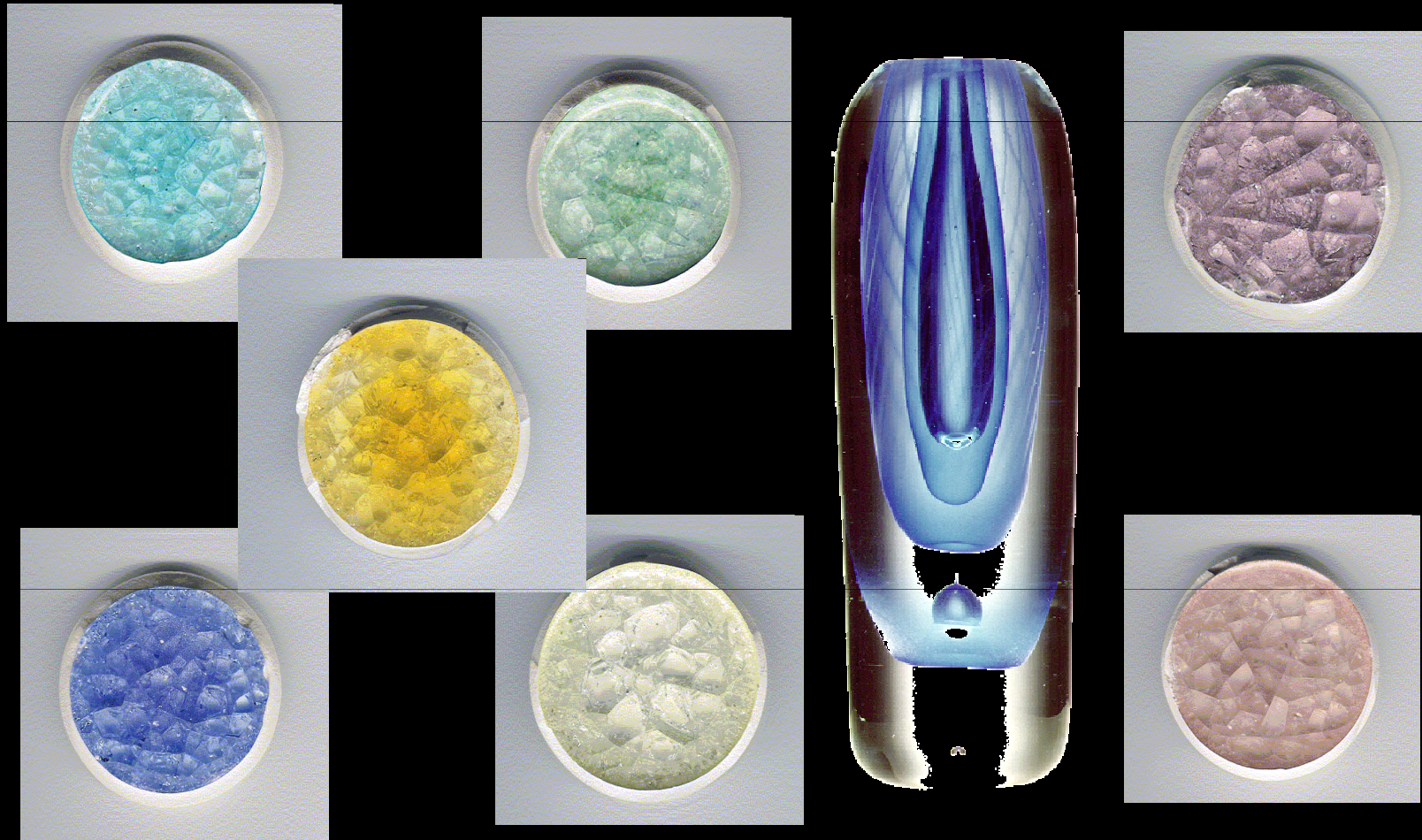
Pinnoituslaitteet

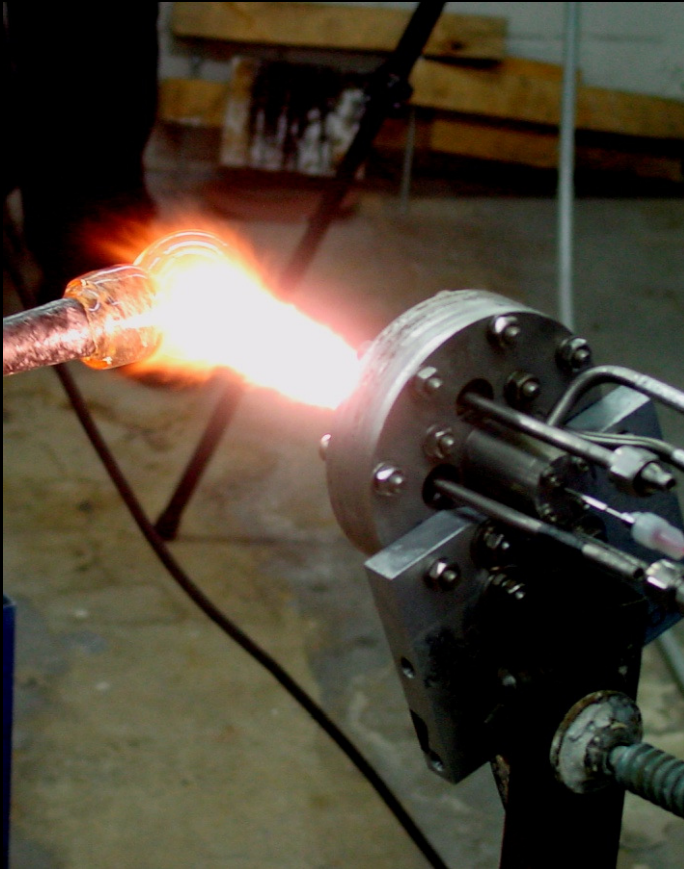
The background features a dark blue gradient with a series of concentric, glowing circles that create a tunnel-like effect. A bright, white and yellow light source is positioned in the center-right, casting a glow across the scene. In the bottom-left corner, a portion of a metallic, curved object is visible.

nHALO

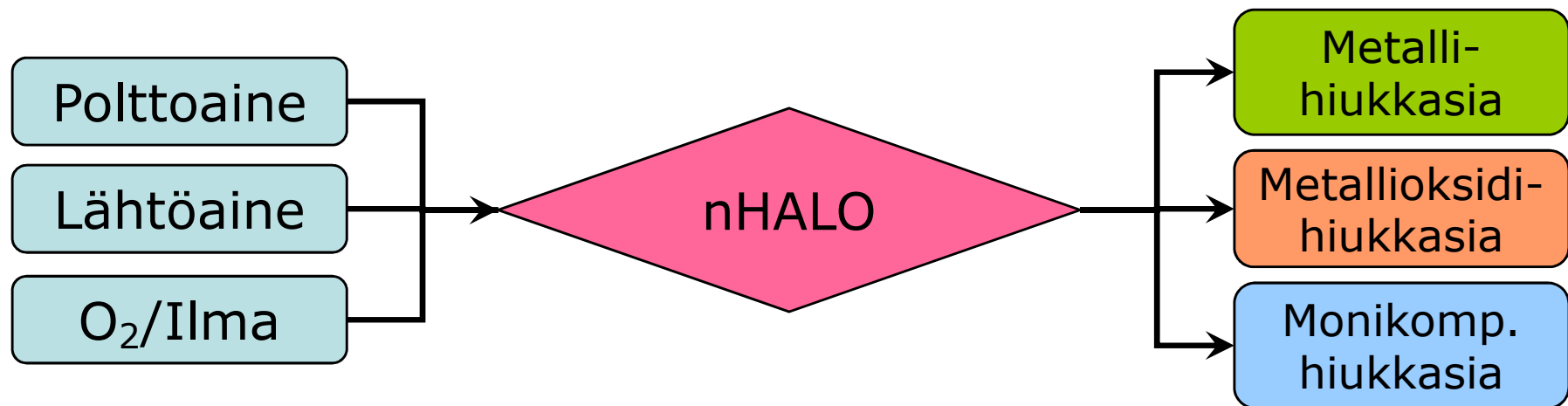
Hot Aerosol Layering Operation

- nHALO™ Prosessin perusteet
 - Tausta
 - nHALO pähkinänkuoressa
 - Raaka-aineet
 - Prosessin tuotos
 - Hiukkassynteesi
 - Prosessilämpötila
 - Prosessiparametrit
- Sovellukset
 - Pinnoitus
 - Pintamodifikaatio
- Laitteisto





- Liekkiperusteinen hiukkastuotto
- Atmosfäärinen
- Pinnoitusta ja pintamodifikaatiota

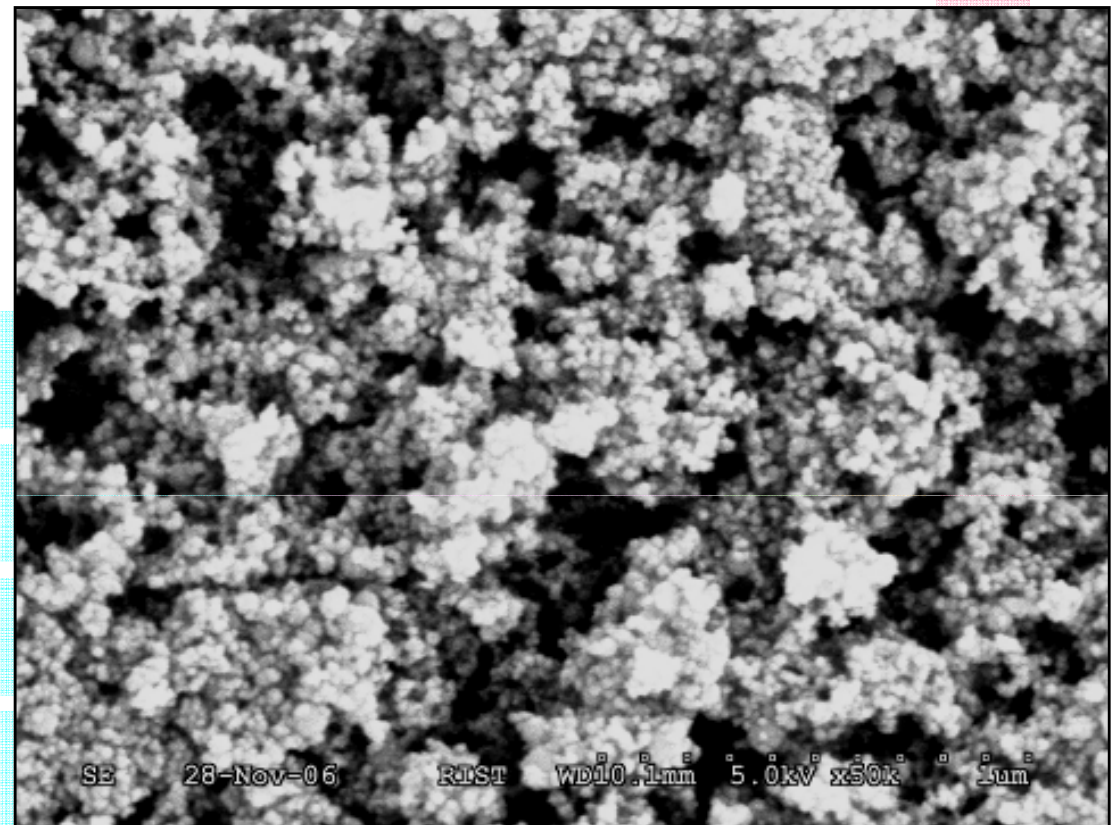


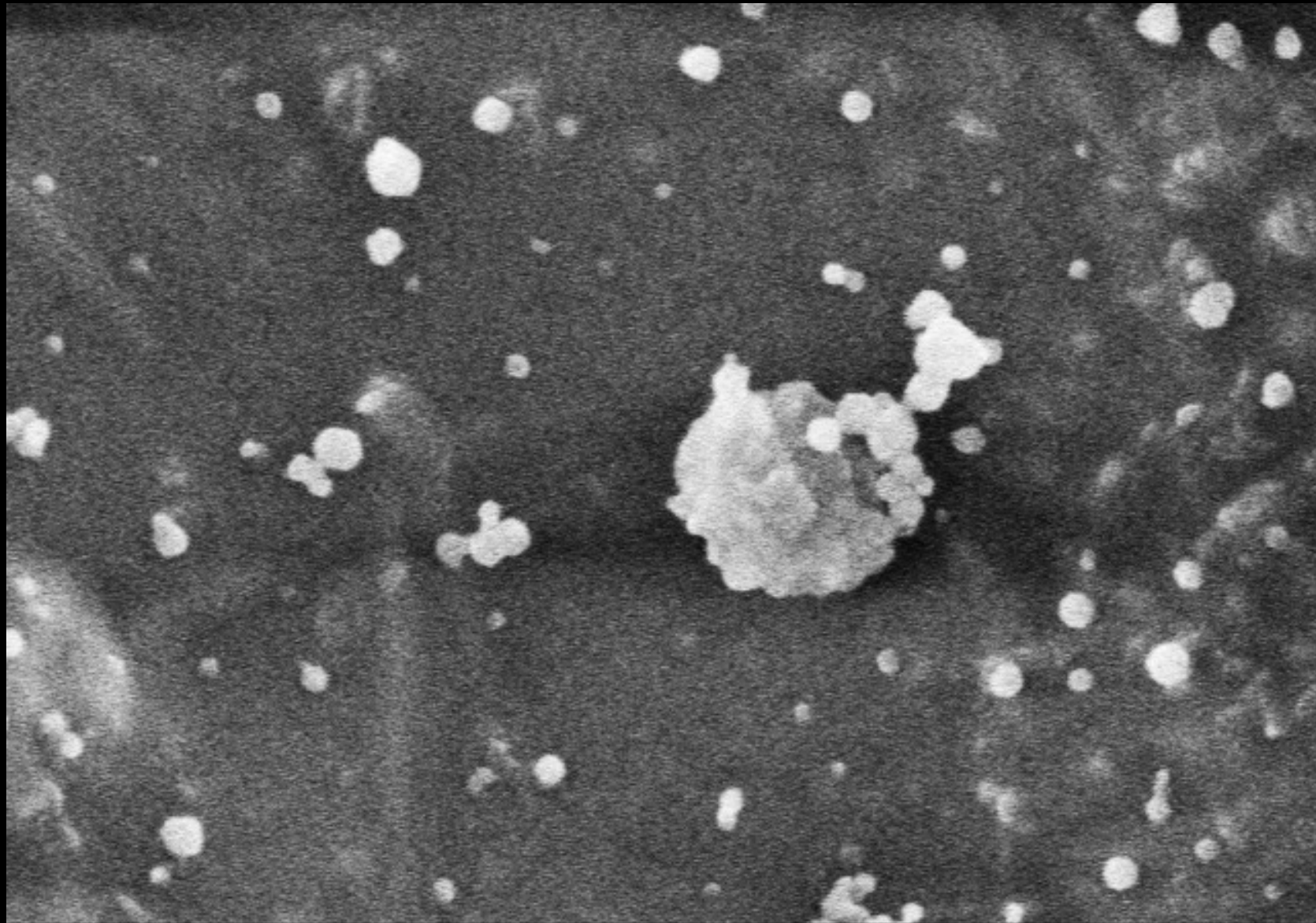
- Metallisuoloja, esim. nitraatit ja sulfaatit
 - Na, Mg, Sr, Ti, V, Cr, Mn, Fe, Co, Ni, Cu, Zn, Y, Zr, Mo, Ag, W, Pt, Al, Er, Nd, Pr, Yb, Eu,...

- Alkoksidgeja, esim. TEOS
 - Si, Ti,...

- Höyryt, esim. kloridit
 - Si, Sn, Ti,...

- Liuotin (kantoaine)
 - alkoholi
 - vesi





S4800 3.0kV 3.7mm x110k SE(U)

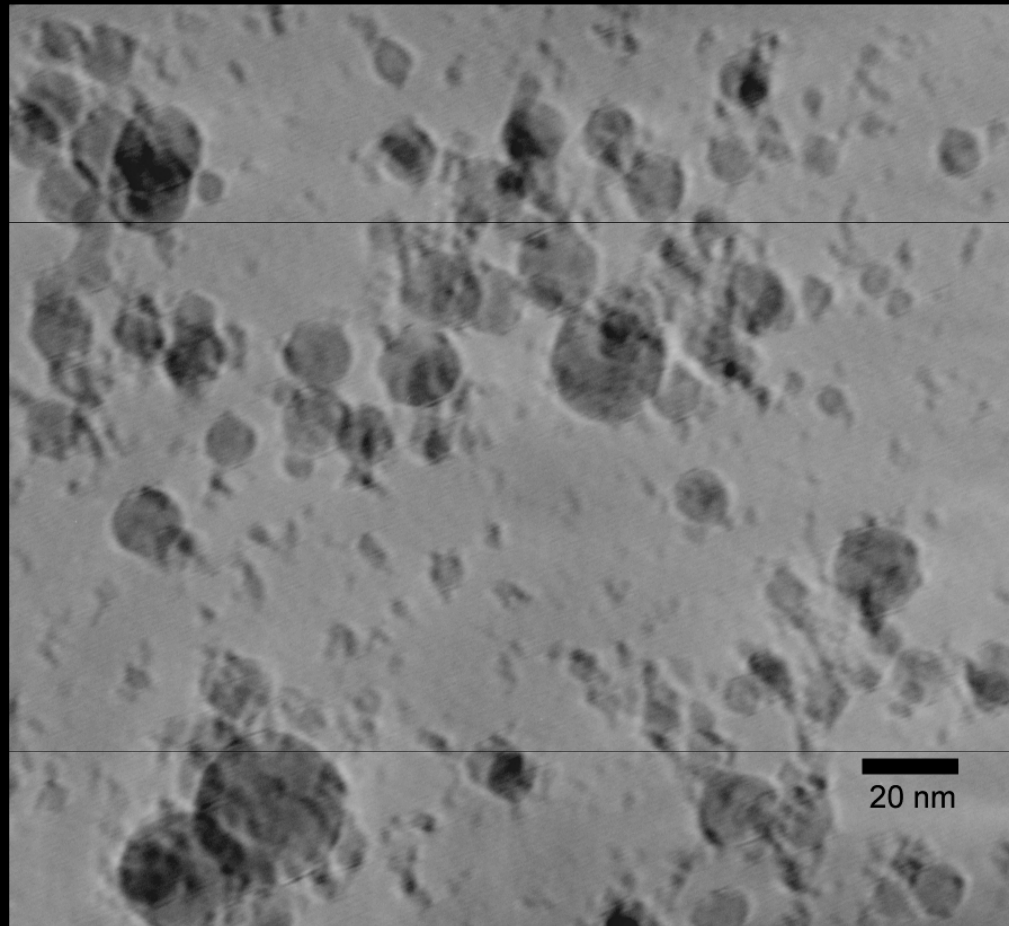
500nm

nHALO:lla pystyy valmistamaan mm.:

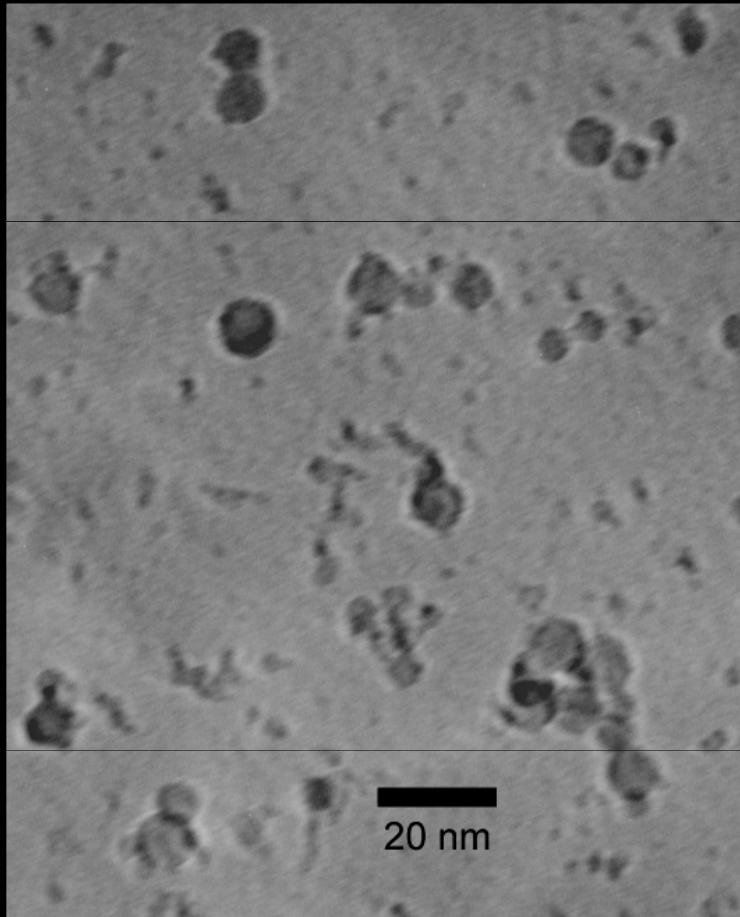
- Yksikomponentti-metallihiukkasia, esim.:
 - $\text{Ag}^{1, 2, 3}$, $\text{Pd}^{1, 2}$, Au ja Pt
- Yksikomponentti-metallioksidihuiukkasia, esim.:
 - Fe^1 , Co^3 , Cu^3 , Al^4 , Mn^4 , Zr^4 , Ti^5 ja Er^6
- Monikomponentti-metalli-metallihiukkasia, esim.:
 - Ag-Pd^{2, 7}
- Monikomponentti-metallioksidi-metallihiukkasia, esim.:
 - TiO_2 -Ag⁷
- Monikomponentti-metallioksidi-metallioksidihuiukkasia, esim.:
 - Y_2O_3 - ZrO_2 ⁴

1. Mäkelä J.M. *et al.*, J. Mater. Sci., **39**, 2004.
2. Keskinen H. *et al.*, J. Mater. Res., **19**, 2004.
3. Gross, K.A. *et al.*, J. Thermal Spray, **8**, 1999.
4. Karthikeyan J. *et al.*, NanoStr. Mat., **8**, 1997.

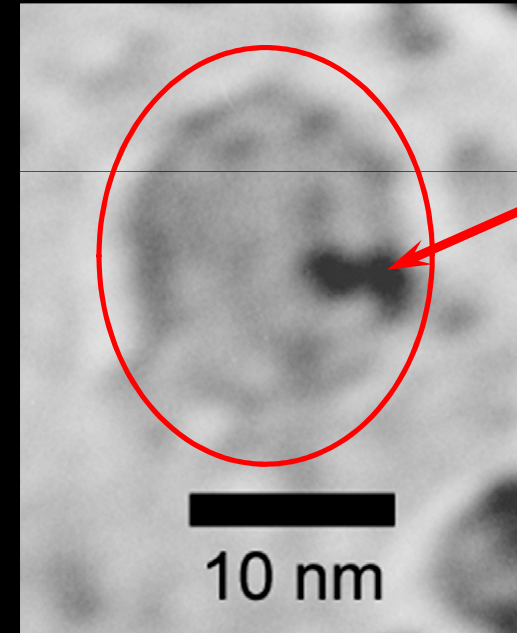
5. Keskinen H. *et al.*, Conf. Proc. 2005
6. Rajala M. *et al.*, Rev. Adv. Mater. Sci., **5**, 2003.
7. Keskinen H. *et al.*, Conf. Proc. 2005.
(several in print)



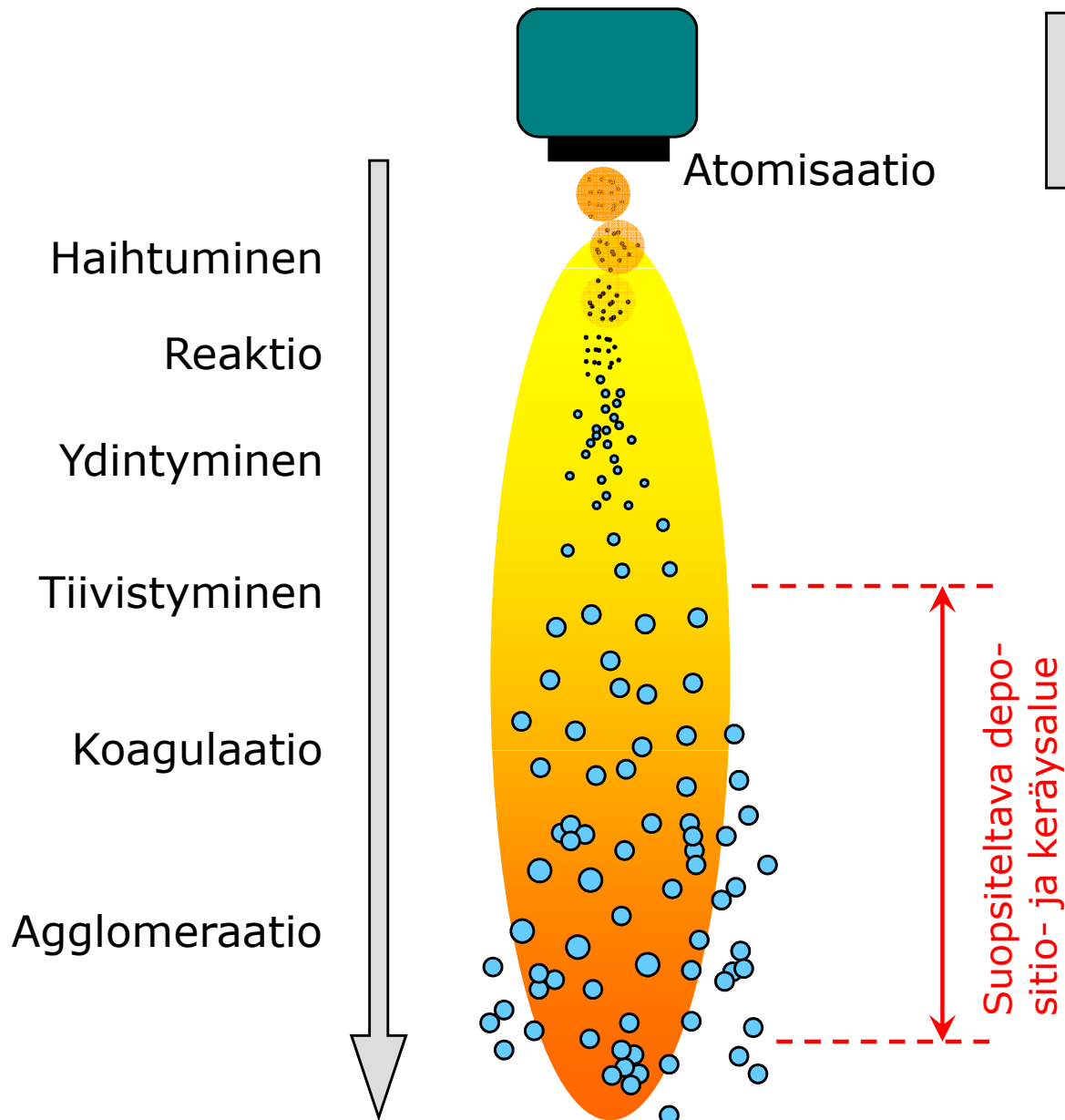
TTIP + IPA. TiO_2 25 mg/min. [Nordic MINT / Funcoat / TUT]



TTIP + IPA. TiO_2 12.5 mg/min + Ag
0.125 mg/min. [Nordic MINT / Funcoat /
TUT]



TTIP + IPA. Titanium dioxide
particle with silver particles on the
surface. [Nordic MINT / Funcoat /
TUT]



Hiukkanen:
nopeus 100...300 m/s
koko 10...100 nm (säädettävä)



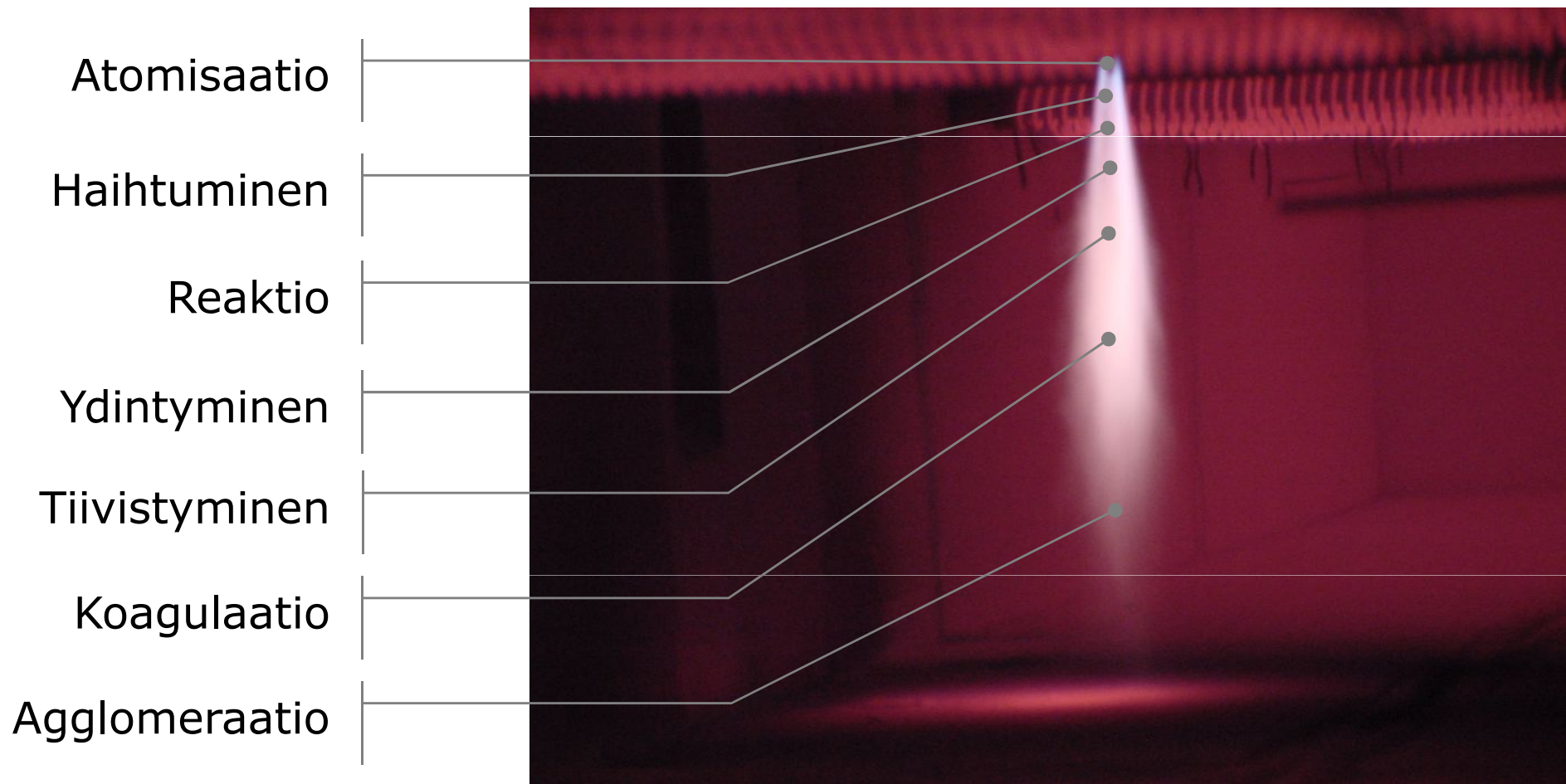
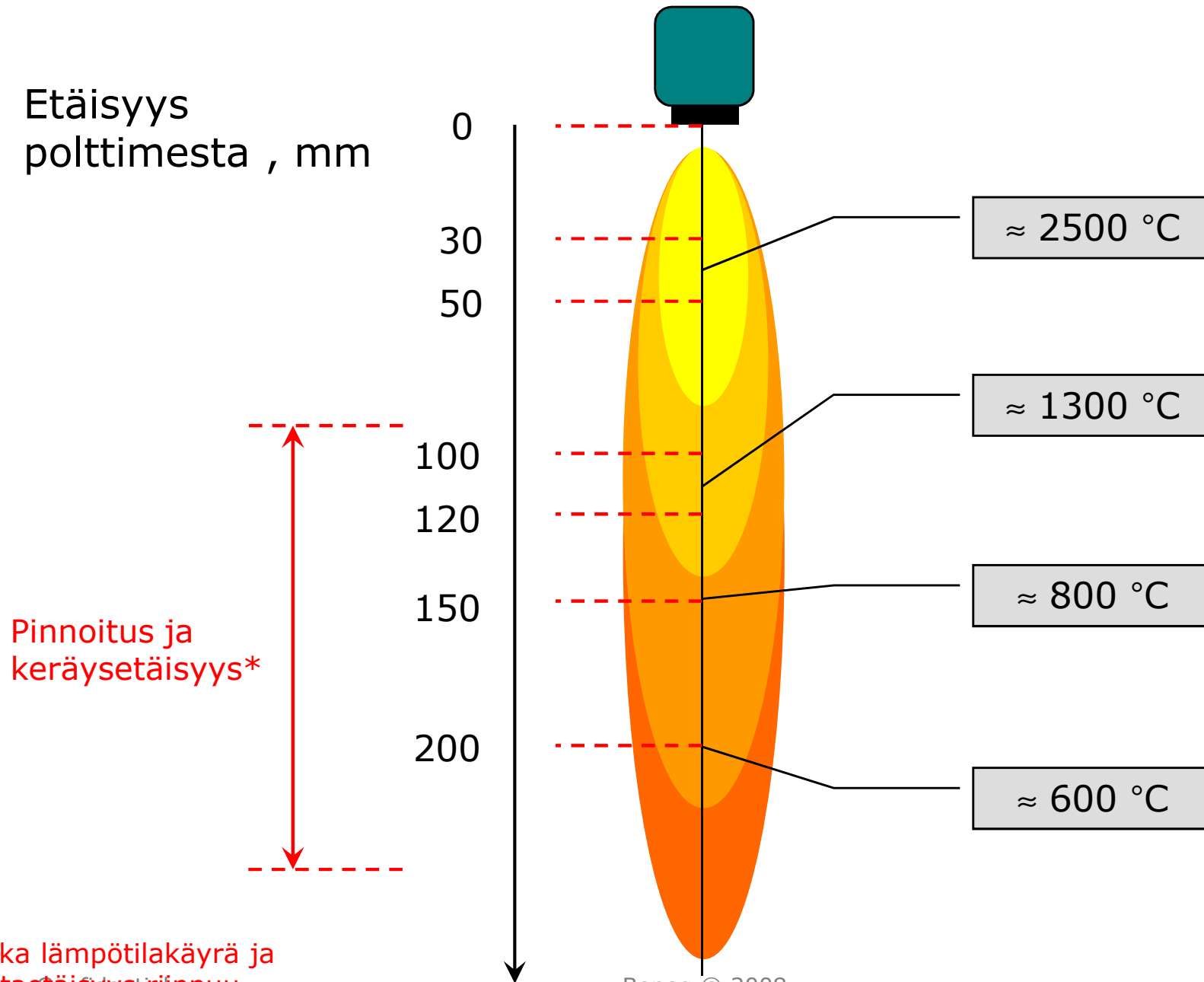


Image taken in a Beneq FCS 500



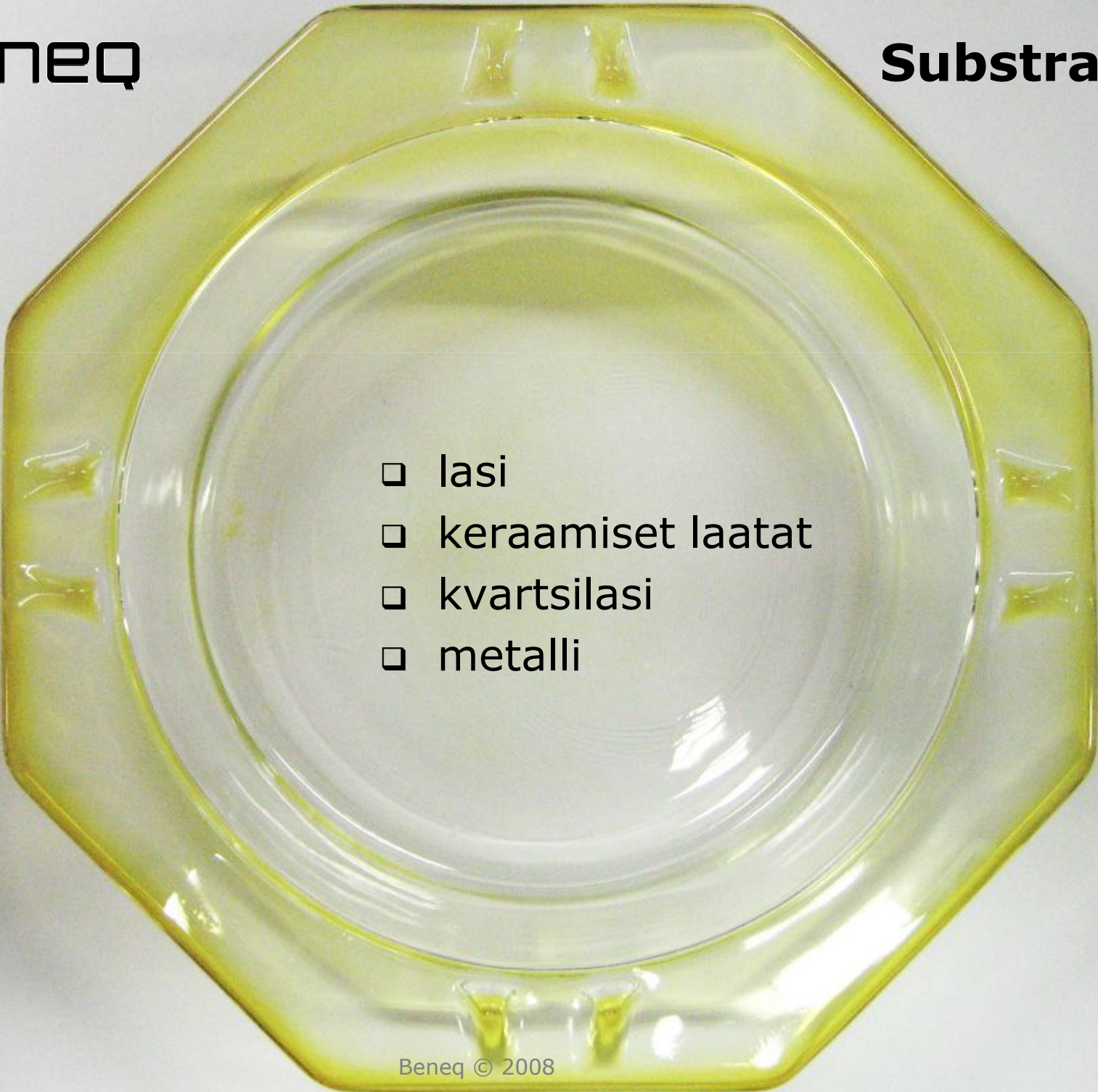
* Tarkka lämpötilakäyrä ja toimintaetäisyys riippuu poltingeometriasta ja kaasuvirtauksista.

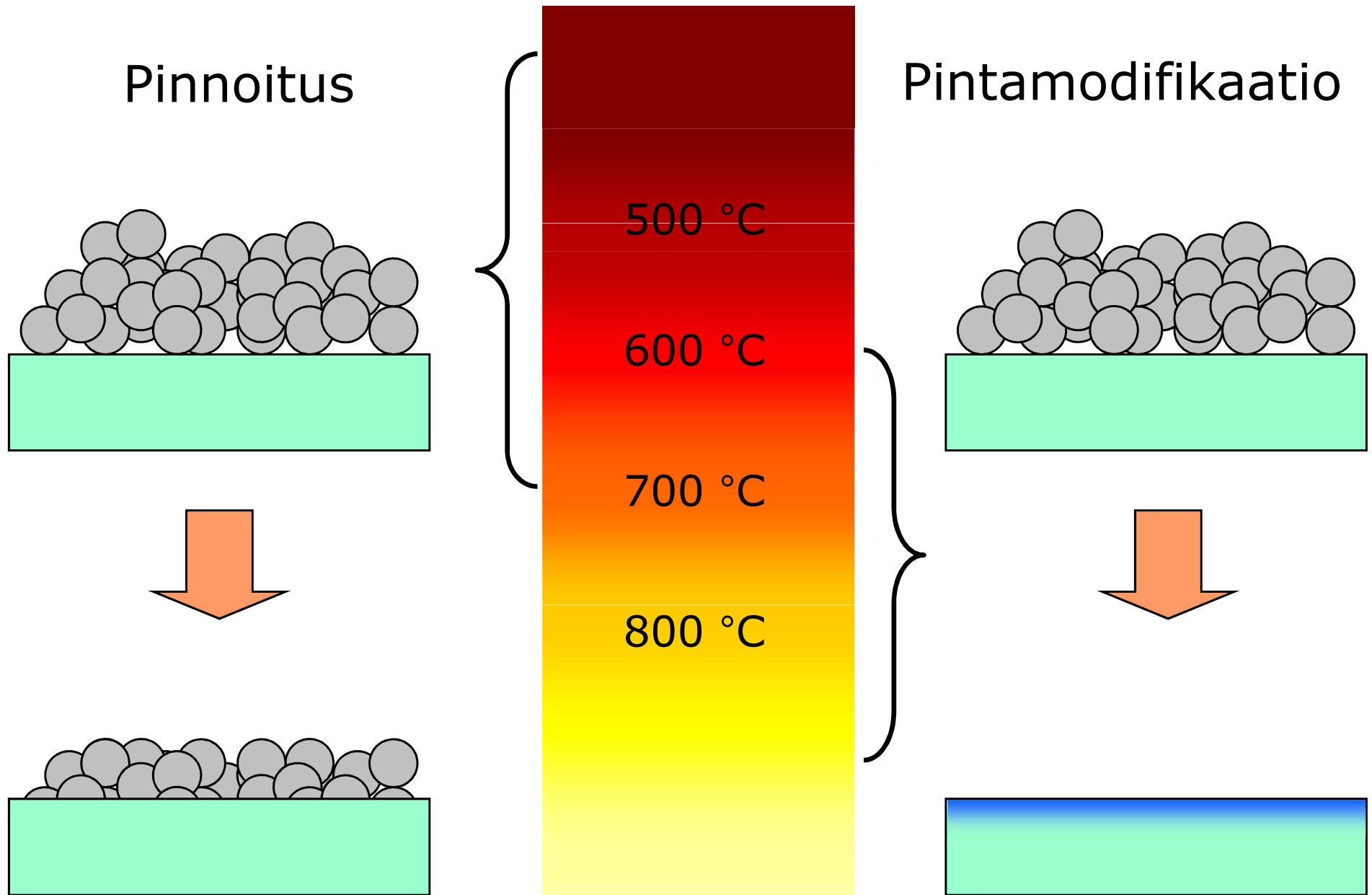
- Lähtöaine:
 - kemia
 - liuotin
 - sekoitussuhde

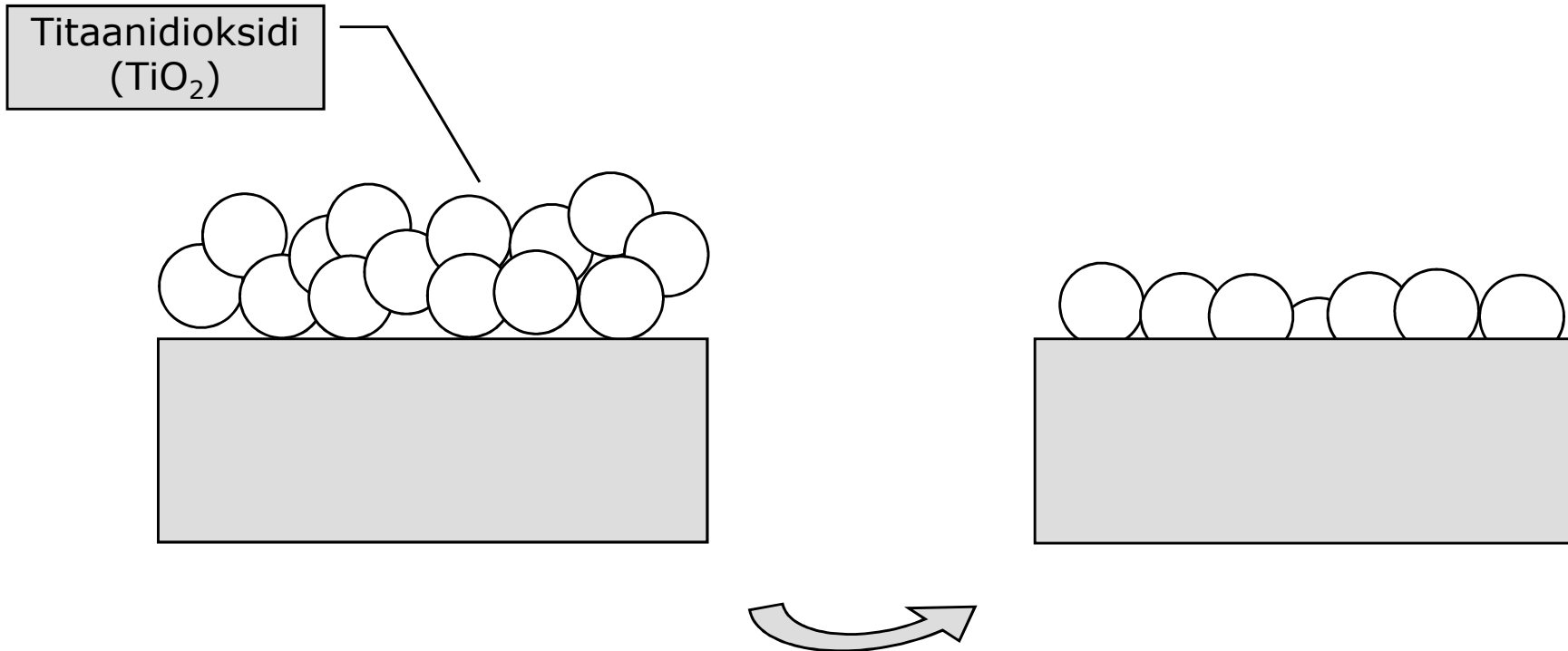
- Prosessikemia:
 - lähtöaineiden höyrynpaine
 - reaktiokinetiikka

- Pinnoitus:
 - aerosolifysiikka
 - substraatti and lämpötila
 - polttimen lämmöntuonti
 - pintareaktiot



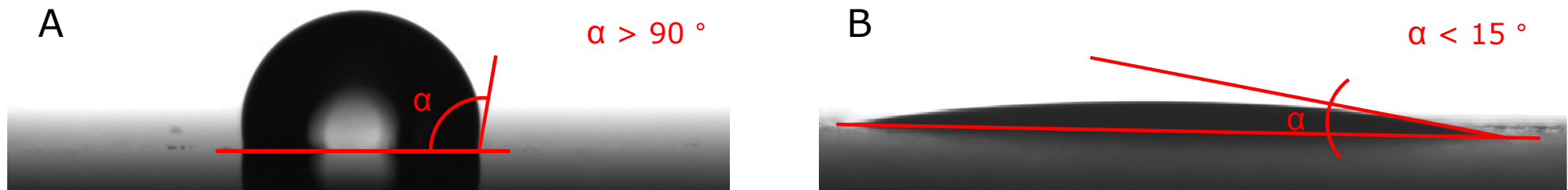
- 
- ❑ lasi
 - ❑ keraamiset laatat
 - ❑ kvartsilasi
 - ❑ metalli





- ❑ Sovellus määrää nHALO-parametrit
- ❑ Aktiiviset pintakerrokset, kuten TiO₂ yllä, vaativat kontaktia ympäristön kanssa
- ❑ Diffuusio aineeseen ei toivottavaa

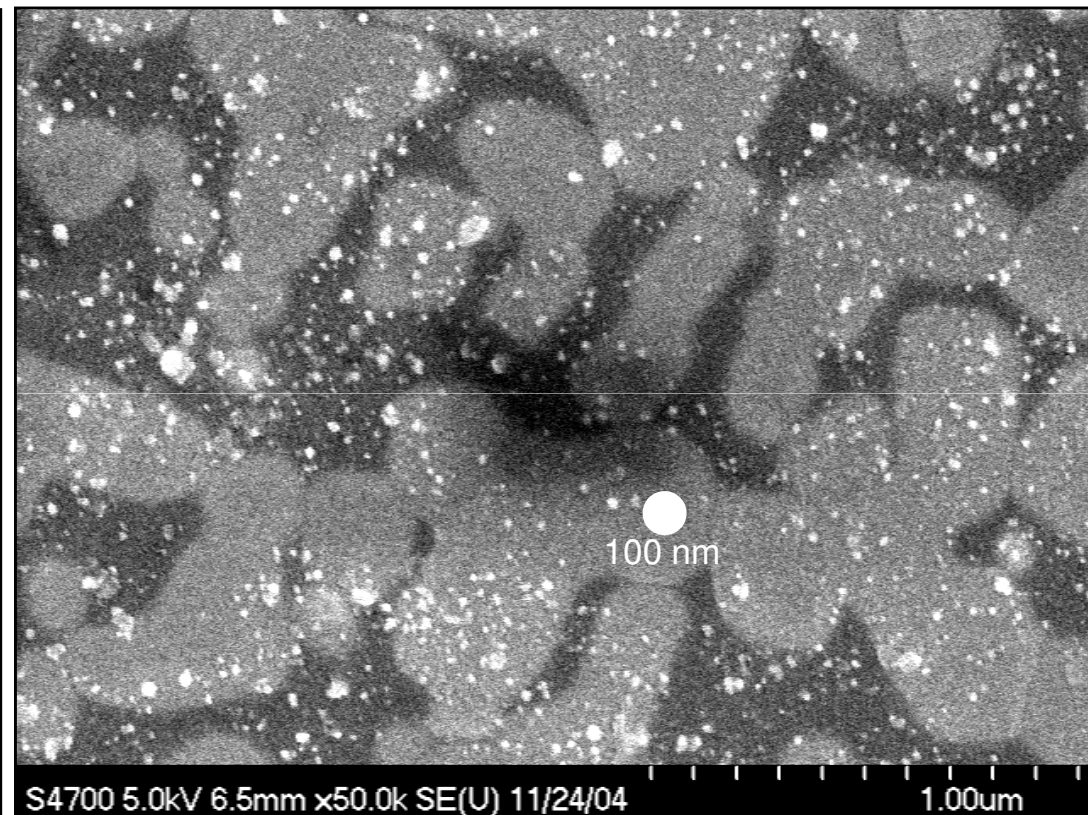
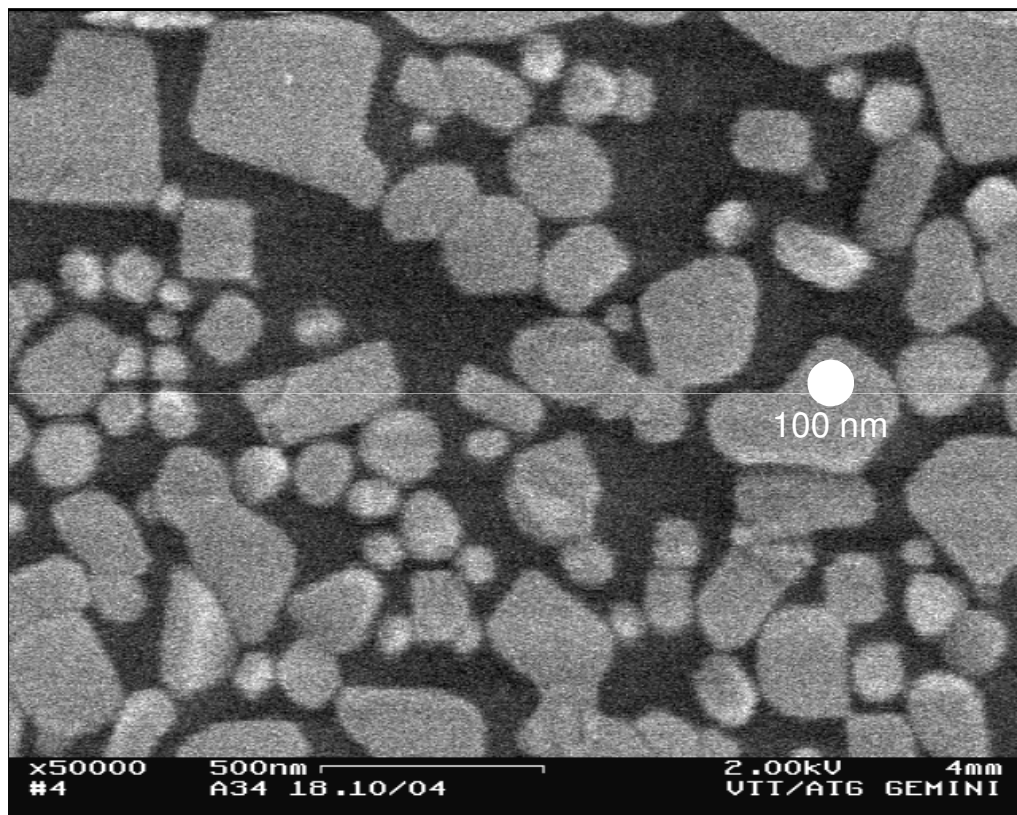
- Kun titaanidioksidi altistetaan tarpeeksi energeettiselle säteilylle (UV), sen pinnalla tapahtuu tiettyjä reaktioita, jotka hajottavat orgaanisia yhdisteitä (mukaanl. likaa). Lisäksi pinnasta tulee vesihakuinen, eli vesipisara pinnalla ei pysy pisarana, vaan se leviää ja valuu pinnasta pois. TiO₂:lla on siten kaksi funktiota:
 1. hajottaa orgaanista likaa
 2. tehostaa lian huuhtelemisen pois pinnalta

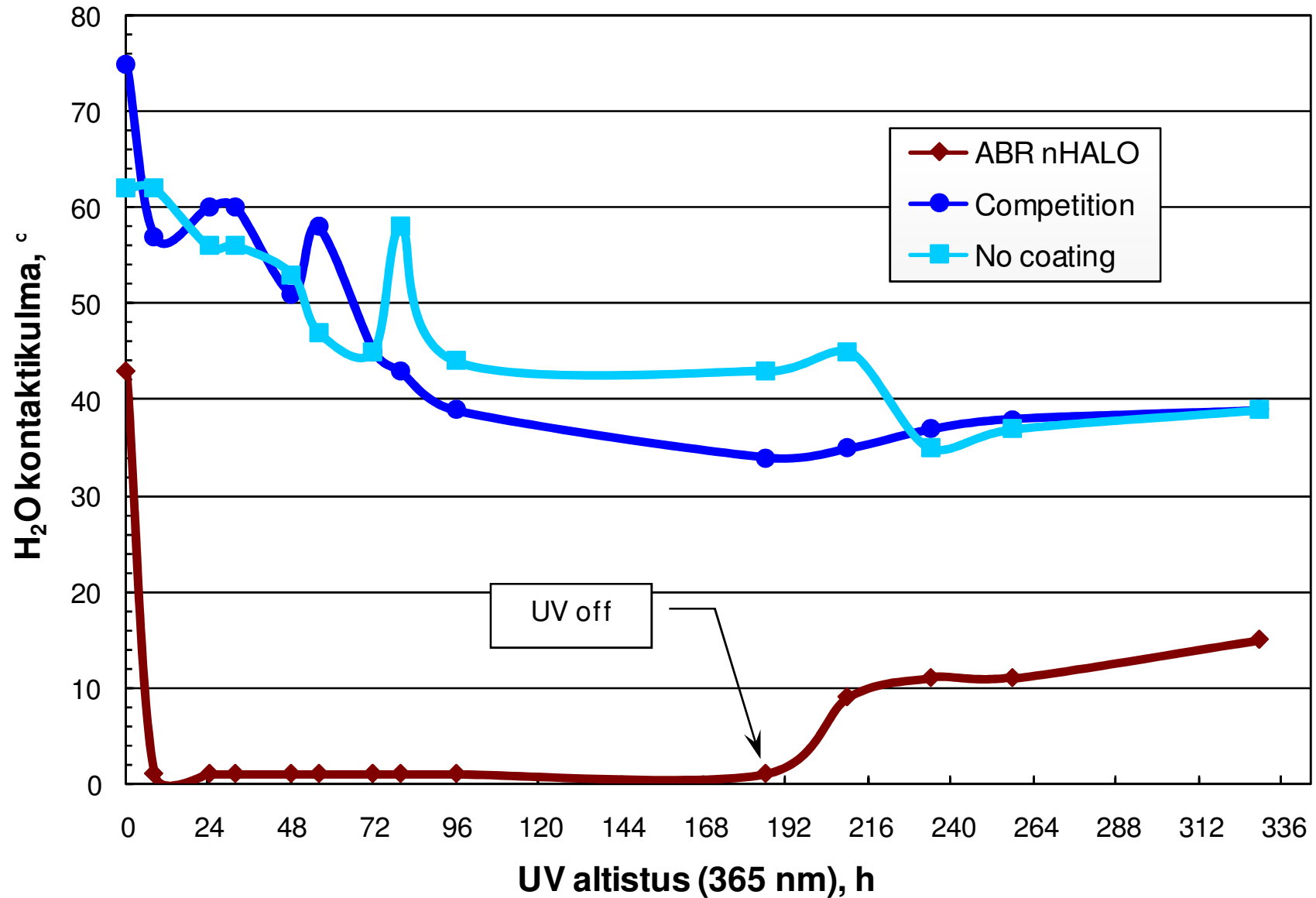


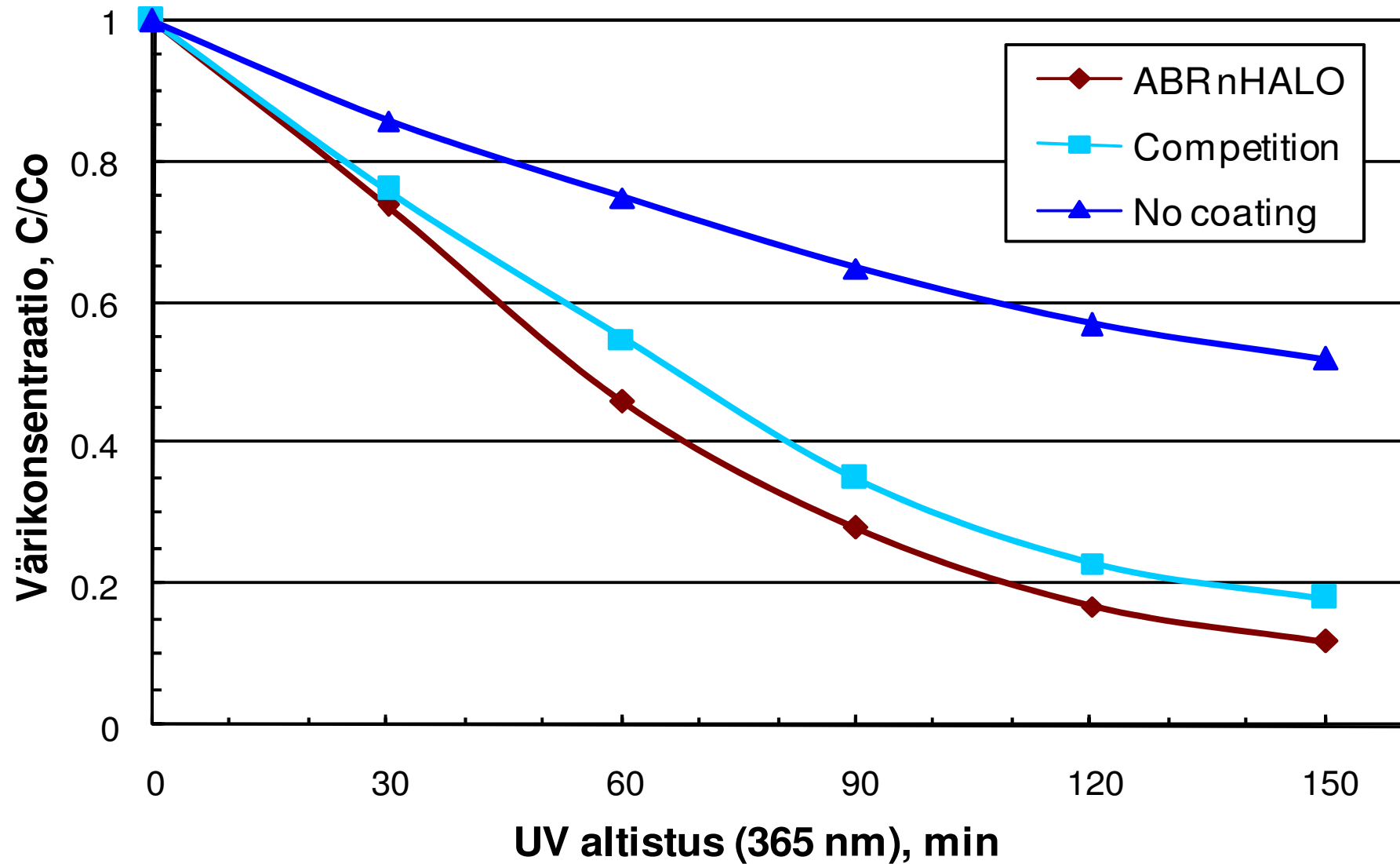
The two figures above show a drop of water on the same nHALO TiO₂-coated surface A) before and B) after UV-exposure. The contact angle α between the drop and the surface is used as a measure of hydrophilicity. The smaller the angle, the better. UV light 365 nm \approx 1.0 mW/cm².

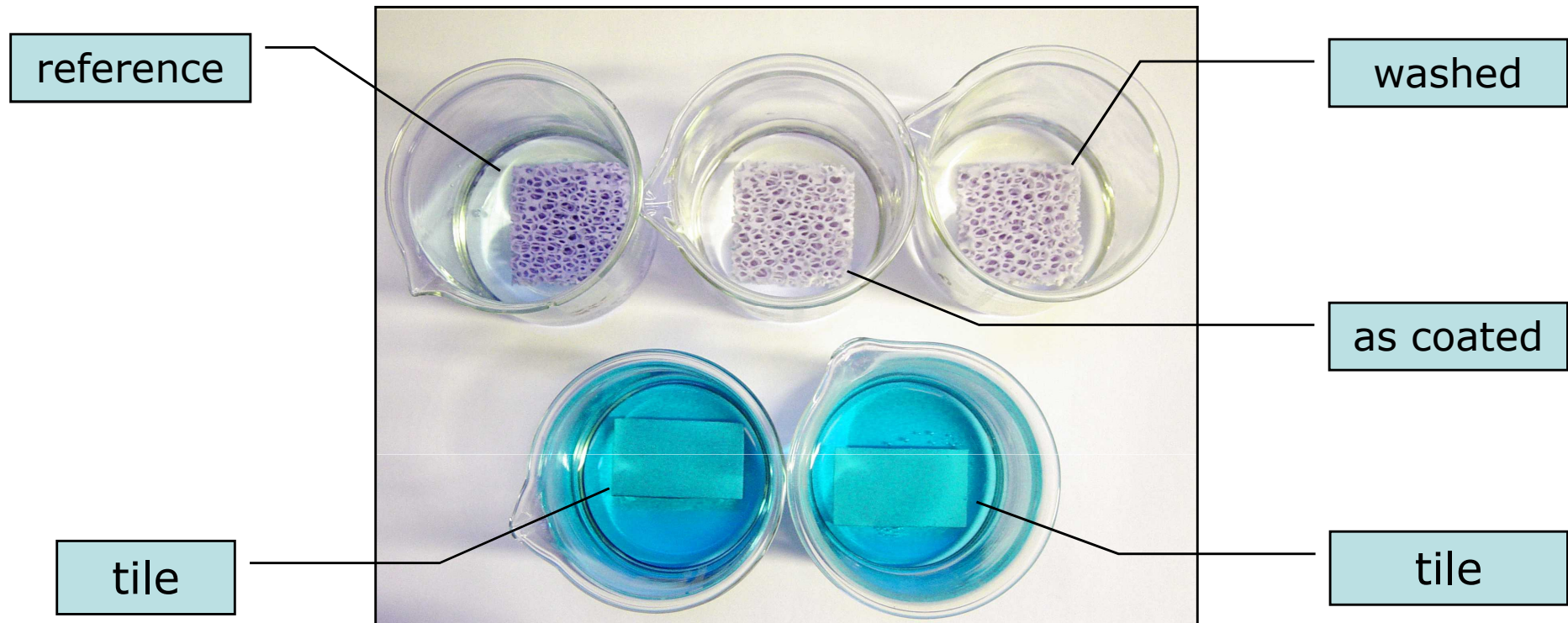
- ❑ Keraaminen laatta
- ❑ Ei pinnoitettu

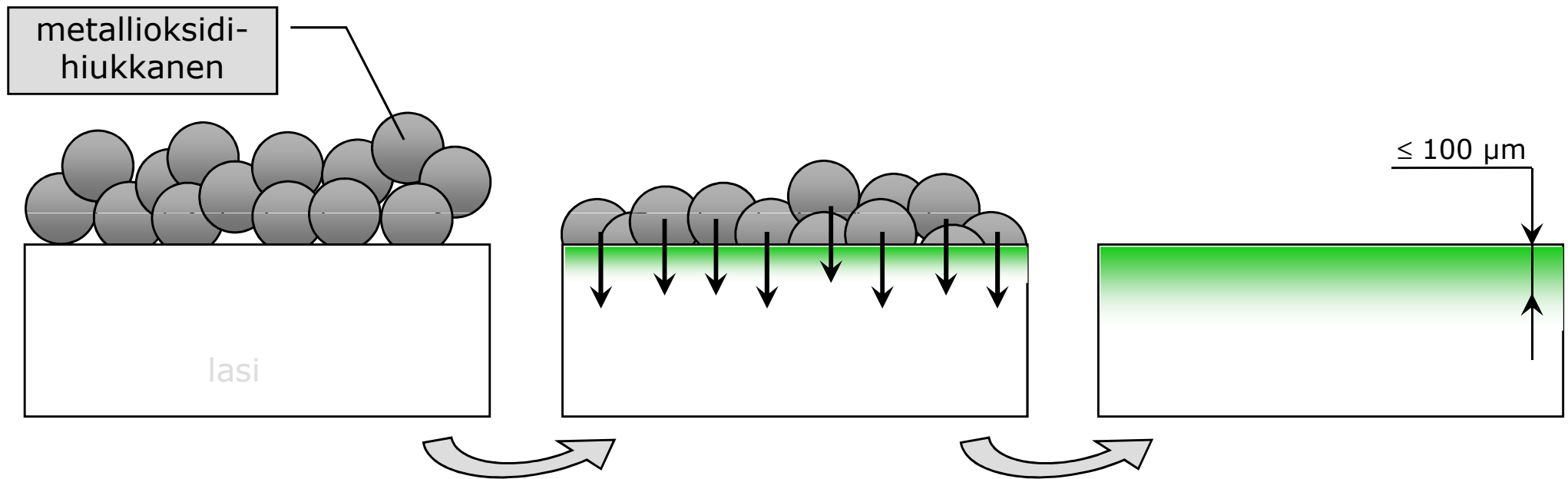
- ❑ Keraaminen laatta
- ❑ Pinnoitettu



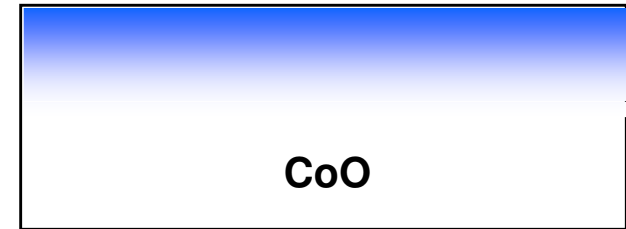
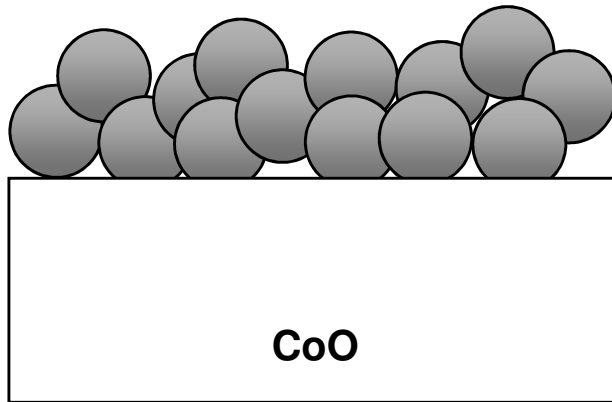




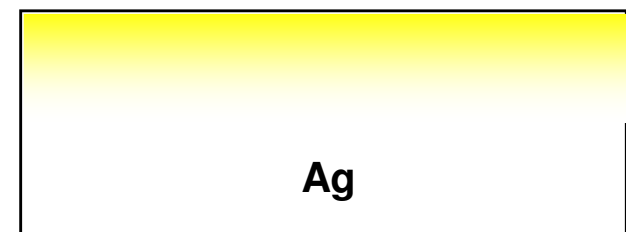
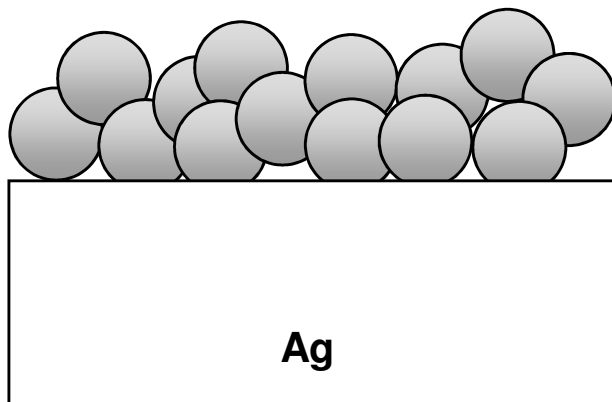




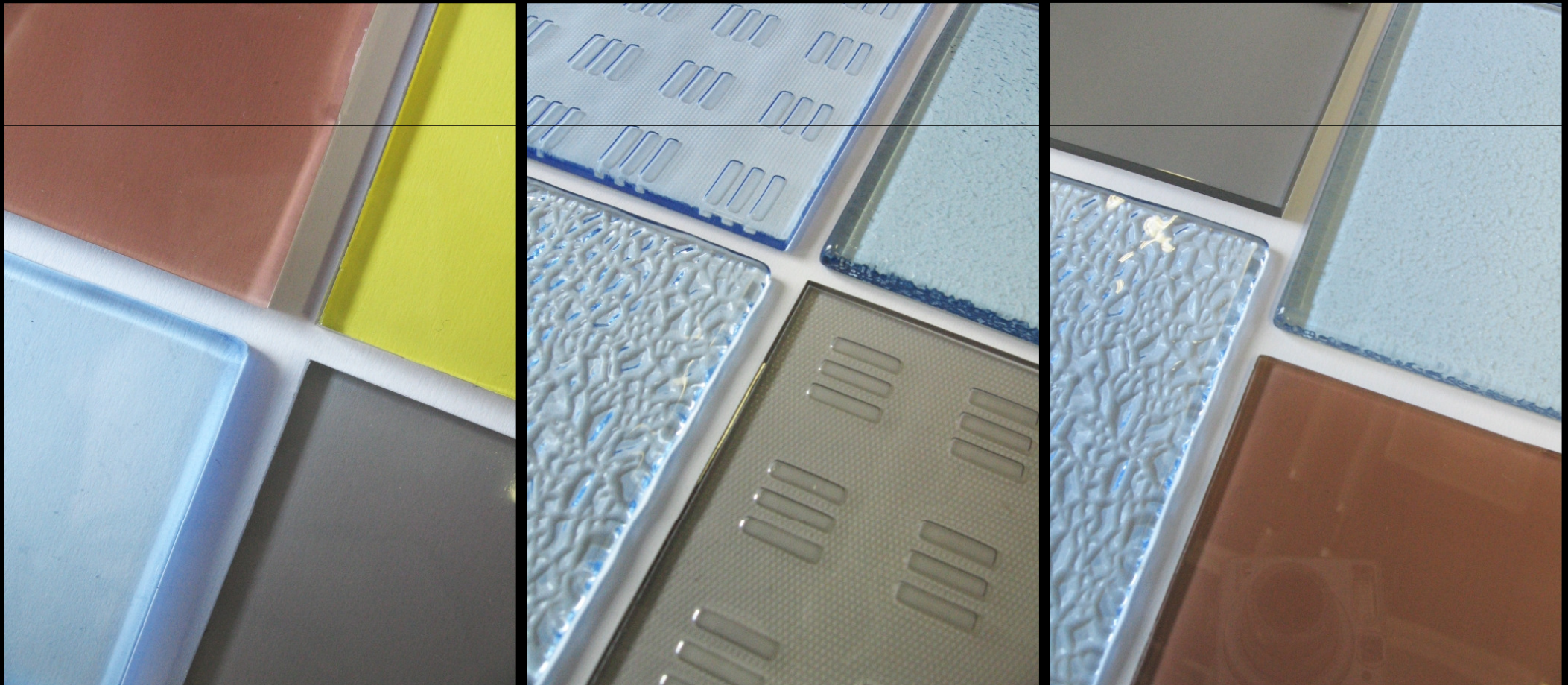
- ❑ Lasimaisille aineille, esim. tasolasi, pintamodifikaatio tarkoittaa pinnan peittämistä hiukkasilla, jotka diffundoituvat sisään aineeseen, ja siten aikaansaavat jonkun haluatun vaikutuksen.
- ❑ Väri, UV-suodatus jne.
- ❑ Pinta on yleensä kirkas



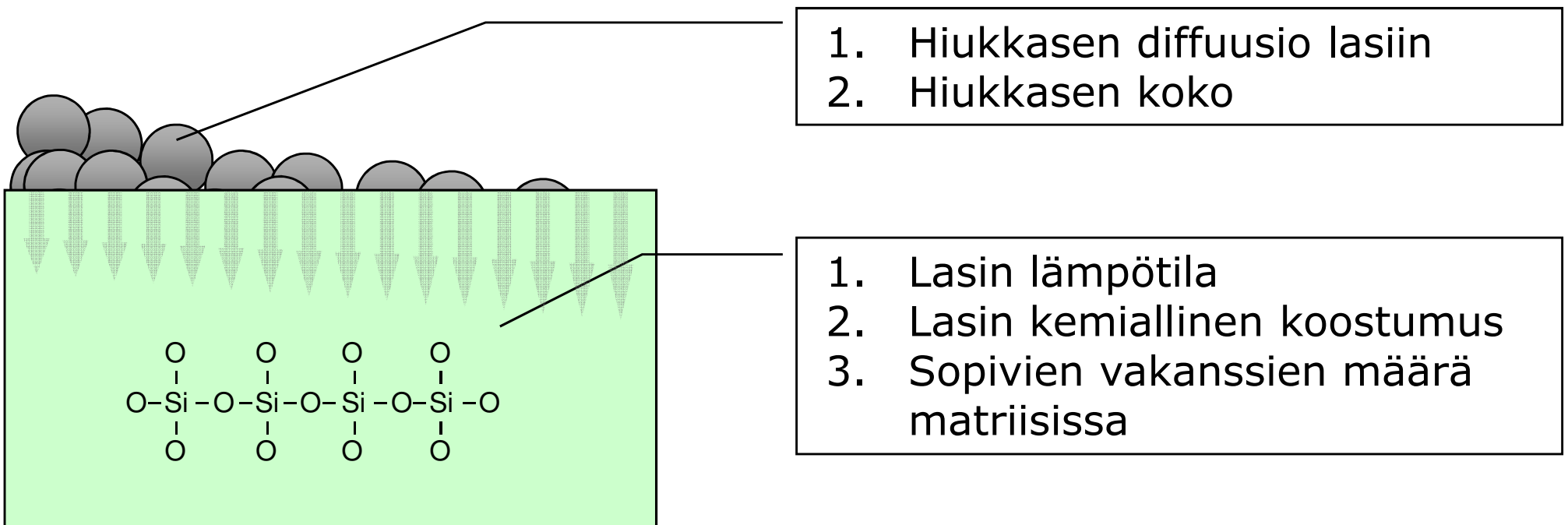
- Nanokokoiset metalli- ja metallioksidishiukkaset värjäävät lasin joko kolloidina tai liuosvärjäyksenä.



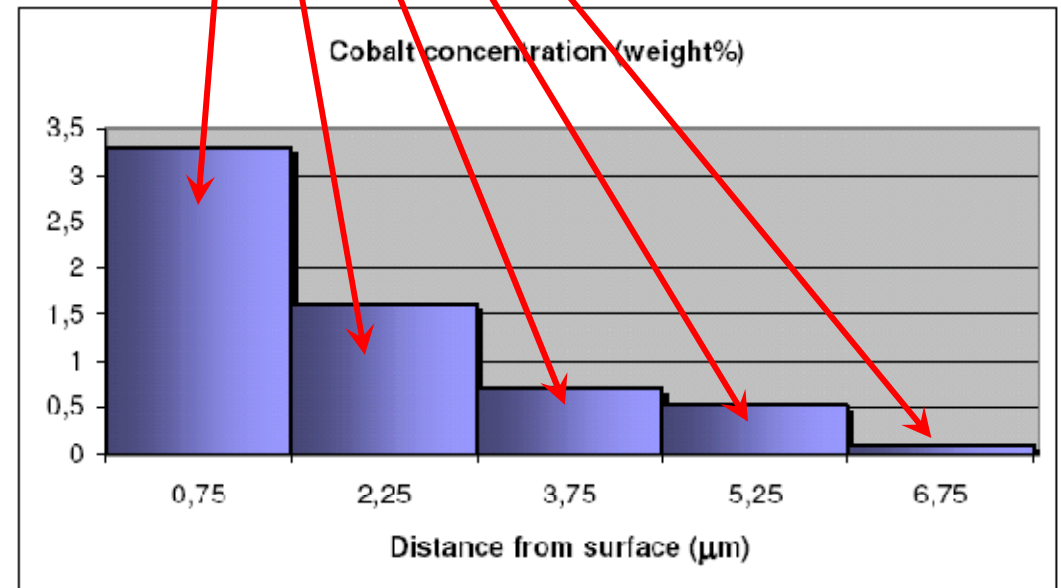
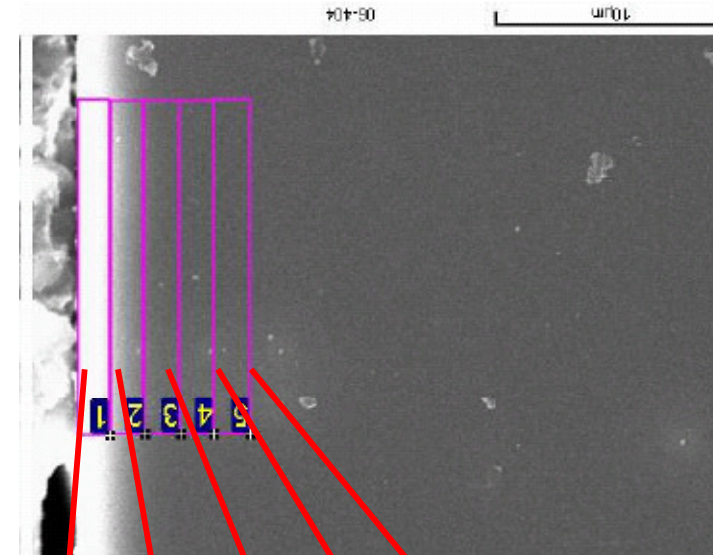
| Alkuaine | Väri natronkalkkilasissa |
|-----------|--|
| Titaani | Purple/Violet ^[43] |
| Vanadiini | Lavender blue ^[43] |
| | Green ^[43] |
| | Red ^[6] |
| | Yellow → brown ^[43] |
| Kromi | Yellow/yellowish green ^[43] |
| | Green ^[43] |
| Mangaani | Violet ^[43] , purple ^[26] |
| Rauta | Bluish green ^[26] , blue ^[6] |
| | Yellowish green ^[26] |
| Koboltti | Blue ^[26] |
| | Colourless ^[26] |
| Nikkeli | Purple/grey ^[6] |
| Kupari | Green ^[43] |



□ Vaikuttavia tekijöitä:



- Koboltin (Co^{II})
diffuusioprofiili
natronkalkkilasissa



- Kemiallinen turvallisuus:
 - kantoaineet (di-vesi, alkoholit (metanoli, etanoli, 2-propanoli [isopropanoli], jne.)
 - värjäävät raaka-aineet (metallinitraatit, metallisulfaatit ja alkoksidit)
- Prosessin pakokaasut:
 - H_2O , CO_2 , NO_x (SO_x) ja mahdollisesti CO
 - sisältää hiukkasia
- Laite pitää olla suljettu/eristetty
- Pakokaasut suodatettava (teollisessa mittakaavassa)

