

Licht, x-ray en neutronenverstrooiing

February 1, 2010

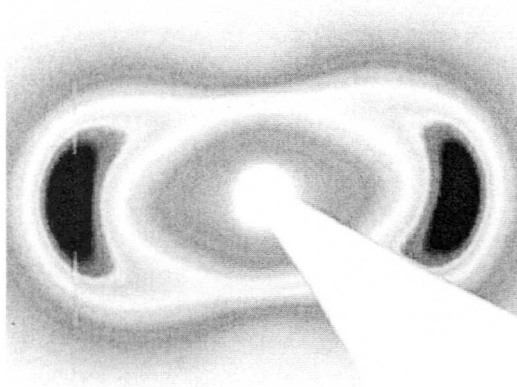
Please use separate pieces of paper for waves, OM, EM, and Scattering.
Don't forget to write down your name on every piece of paper!
You can write your answers in Dutch.

1. The formula below presents one of the important scattering laws:

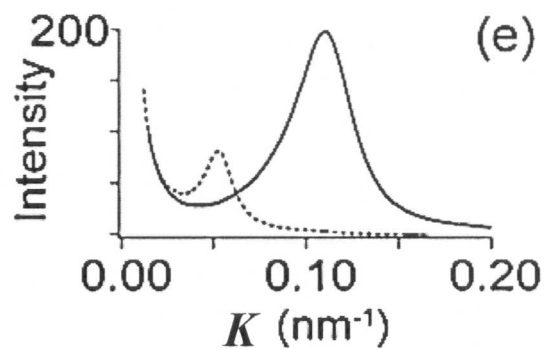
$$I(K) \approx I_0 \exp\left(-\frac{1}{3} R_g^2 K^2\right)$$

- (a) Is this the Guinier or Porod law?
 - (b) Describe the quantities (I , K , I_0 , R_g) in this equation.
 - (c) When can this law be used?
 - (d) What information can one get?
2. The x-ray scattering pattern below (left) is recently published in *Physical Review Letters*. It is measured in a biaxial nematic phase of goethite board-like colloidal particles. The graph on the right presents the intensity profile in horizontal (solid line) and vertical (dashed line) directions. One can see clear peaks at $K_1 = 0.11 \text{ nm}^{-1}$ and $K_2 = 0.05 \text{ nm}^{-1}$, respectively.

⊗ $B = 40 \text{ mT}$



(b)

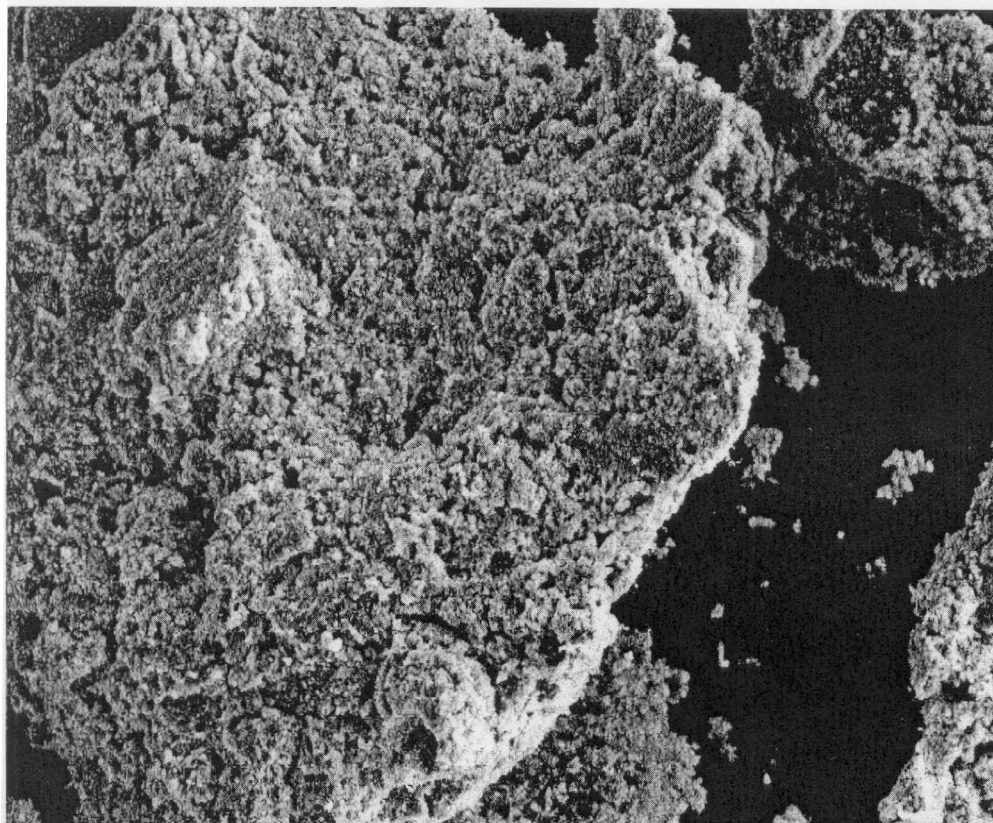


(e)

- (a) What is the characteristic distance between the particles in the horizontal and the vertical direction?
 - (b) The measurements are performed using synchrotron x-rays with wavelength of $\lambda = 0.1 \text{ nm}$. Calculate the scattering angle θ corresponding to these values of K_1 and K_2 .
3. Imagine you do light scattering experiment with the same sample using a HeNe laser ($\lambda = 628 \text{ nm}$). What is the maximum K value, which can be reached in this light scattering experiment? Assume that the refractive index of the sample is $n = 1.5$.

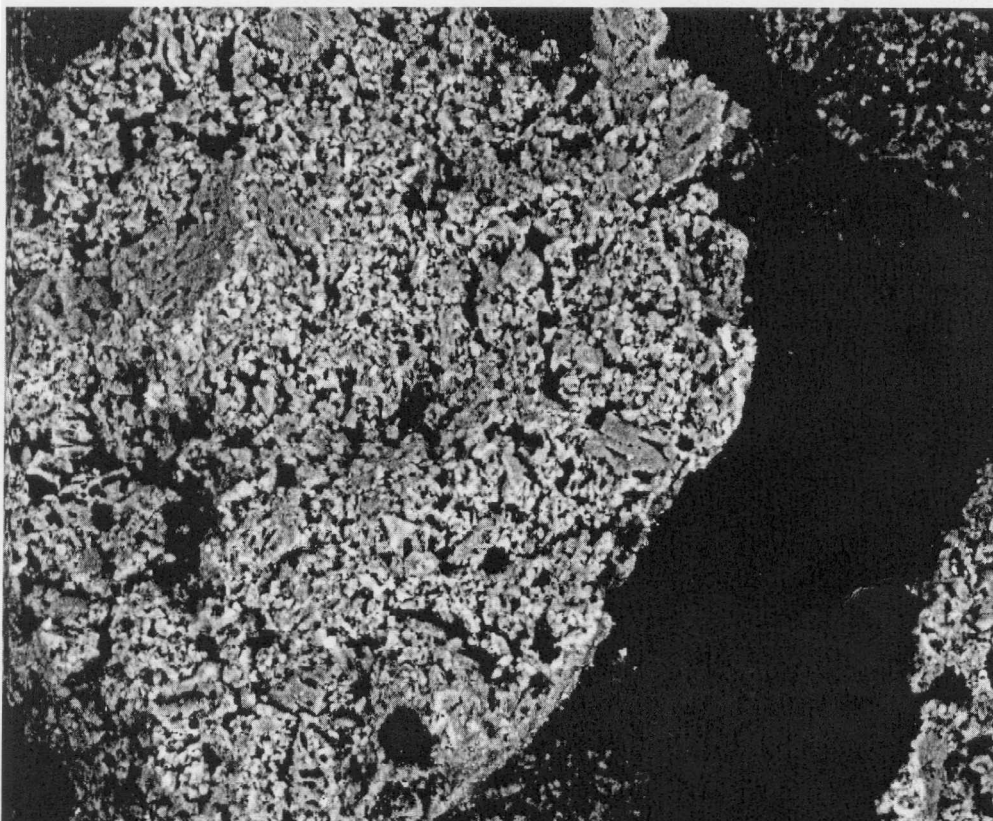
Vragen Tentamen Electronen Microscopie februari 2010

1. Waarom moet het oppervlak van een preparaat dat in een gangbare scanning electronen microscoop moet worden bestudeerd elektrisch geleidend zijn?
2. De volgende twee afbeeldingen zijn gemaakt van hetzelfde stukje van een koolstoflichaam (extrudaat) waarop nikkel is aangebracht. Het nikkel dient als hydrogeneringskatalysator.
De bovenste afbeelding is gemaakt met secundaire electronen (SE) en de onderste met de teruggekaatste ('back-scattered', BES) electronen. Nikkeldeeltjes aanwezig op het oppervlak van het koolstoflichaam zijn kenbaar aan een relatief hoge intensiteit in de afbeelding gemaakt met teruggekaatste electronen.
De volgende afbeelding laat tien locaties zien, waar een element analyse is uitgevoerd.
Kan uit de resultaten van deze analyse de locale element samenstelling kwalitatief worden afgeleid en is de kwantitatieve samenstelling, zoals het EDX programma die levert betrouwbaar?
Kunt U verklaren waarom nikkel aangetoond wordt ook op plaatsen waar blijkens het beeld van de teruggekaatste electronen geen nikkeldeeltjes op het oppervlak van het koolstoflichaam aanwezig is.
3. Moet de dikte van preparaten voor onderzoek in een transmissie microscoop aan een bepaalde eis voldoen?
Heeft de dikte consequenties voor de nauwkeurigheid van de plaats van een elementanalyse?
4. De volgende twee afbeeldingen zijn gemaakt met een transmissie electronen microscoop van hetzelfde plekje van een preparaat gemaakt van dezelfde nikkel op koolstof katalysator. Na het maken van de eerste opname is het preparaat over een hoek van 5° gekanteld.
U kunt zien dat de zwarting van met pijlen aangegeven nikkeldeeltjes sterk uiteenloopt. Waardoor wordt dit verschil in zwarting teweeggebracht?

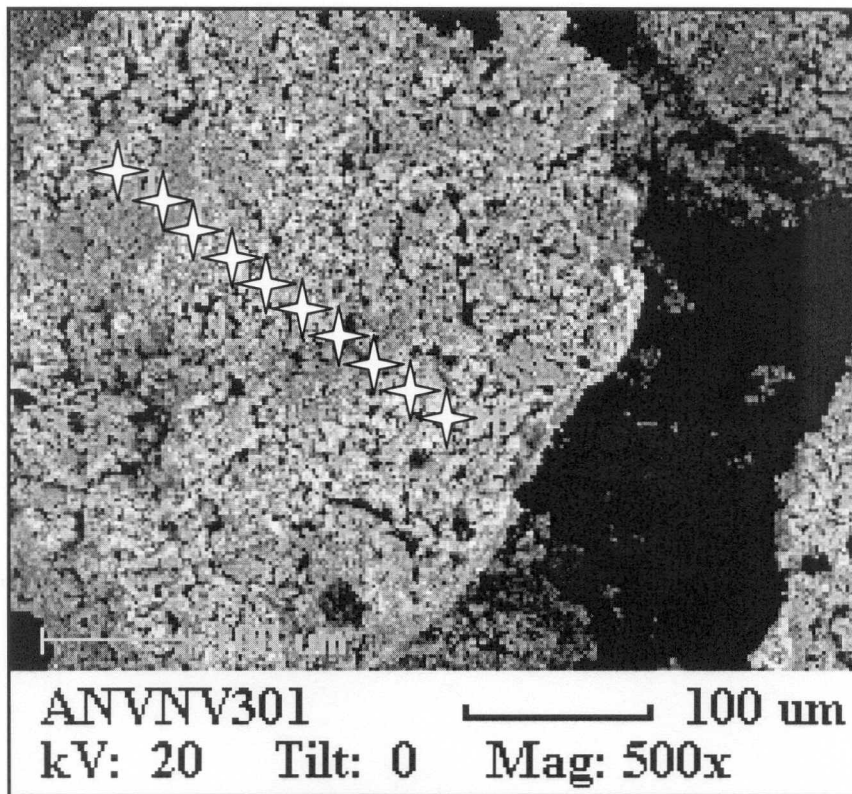


Acc.V Spot Magn Det WD | 100 µm
20.00 kV 0.0 213x SE 6.4 Ni/C Red.450°C Dewpoint Stab P

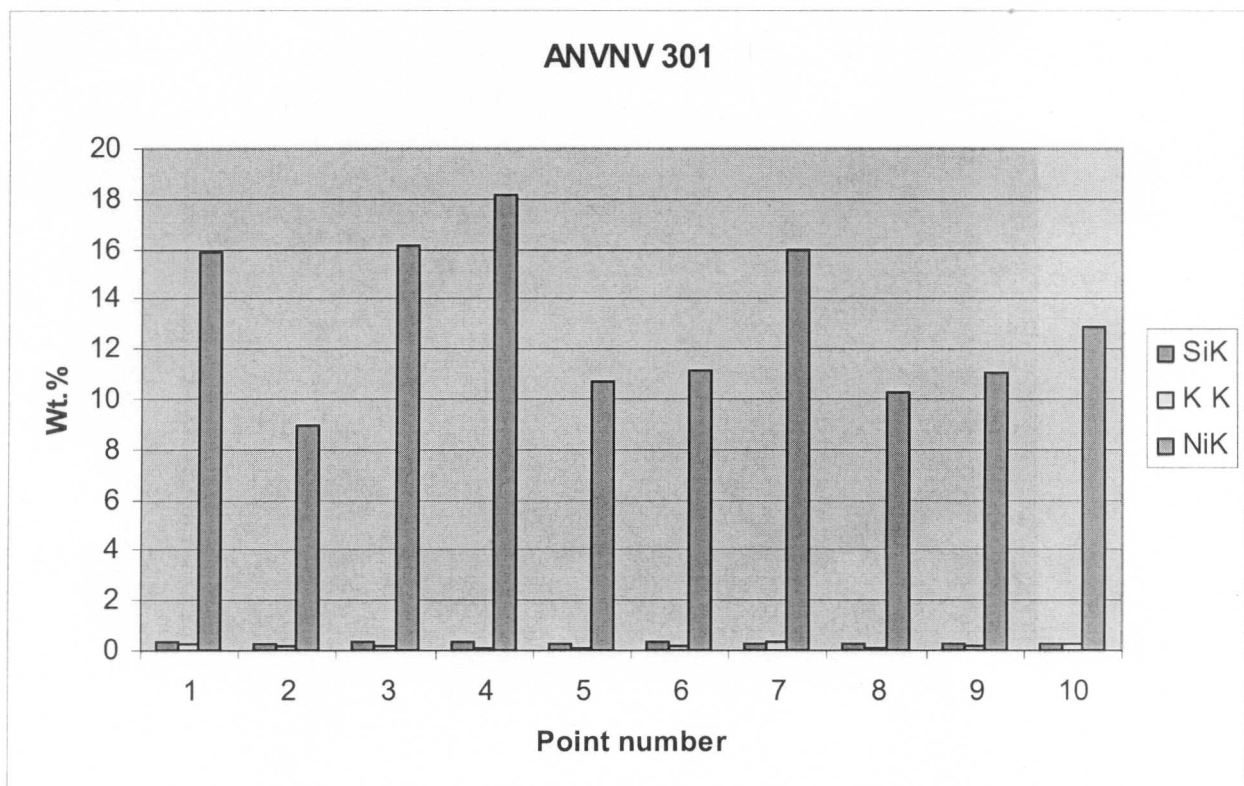
Vraag 2a

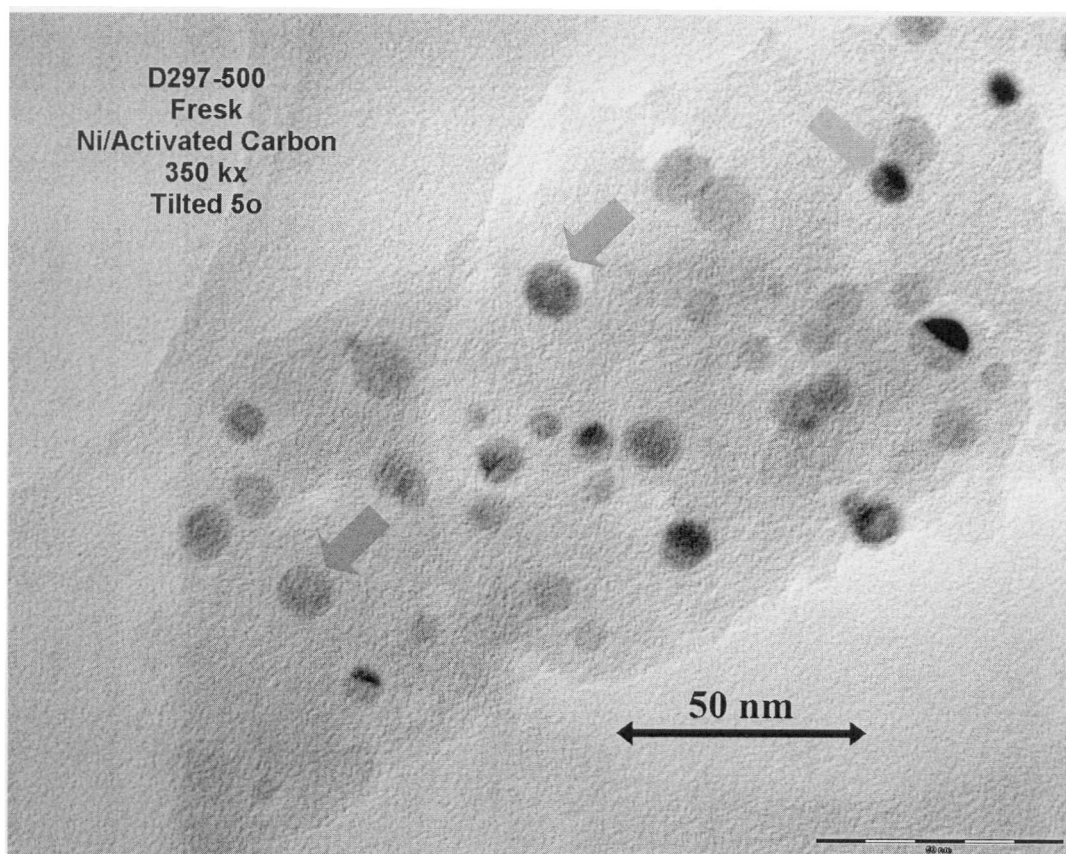


Acc.V Spot Magn Det WD | 100 µm
20.00 kV 0.0 213x BSE 5.7 Ni/C Red.450°C Dewpoint Stab P

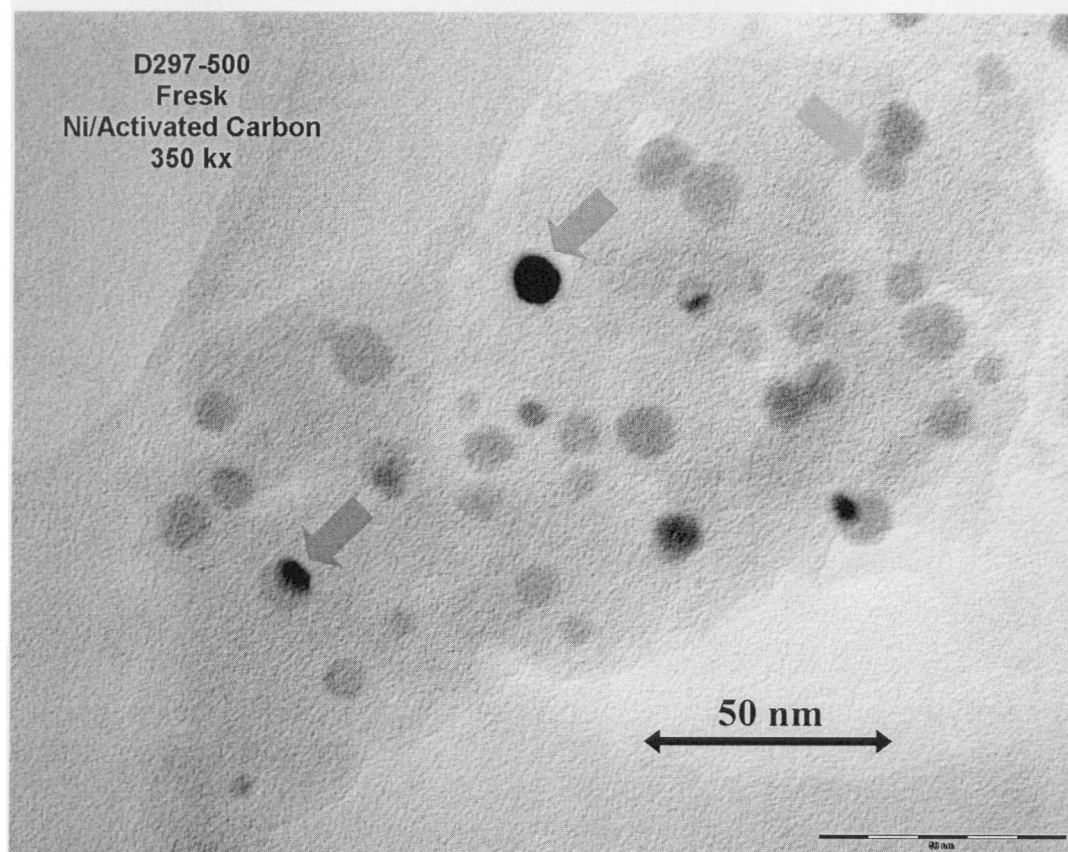


Vraag 2b





Vraag 4

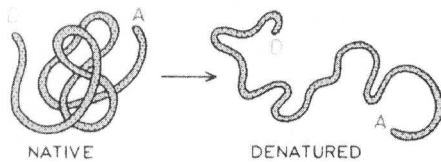


Opgave Licht microscopie/optica

Een $10\mu\text{M}$ oplossing van een eiwit wordt bestudeerd met een confocale microscoop met een 60X/1.2 water immersie objectief

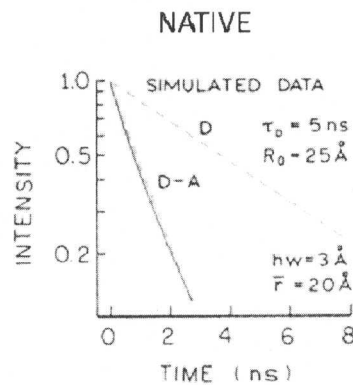
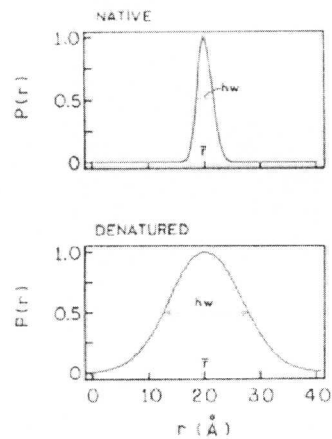
- a) Hoeveel moleculen zitten er in het focus van het objectief?

Hieronder staat een schematische weergave van het eiwit. Het eiwit bevat 50 aminozuren en bestaat uit een polypeptide keten met een lengte van $3.5\text{\AA}$ per aminozuur. Met een FRET experiment wordt de vouwing van het eiwit bestudeerd: van de 'native' functionele vorm naar de 'denatured' vorm (niet functionele polypeptide). De C-terminus is gelabeld met een fluoresceïne (donor) en aan de N-terminus met rhodamine (acceptor). De Forster afstand is 2.5 nm . De afstand tussen donor en acceptor is in de 'native' vorm redelijk constant, maar in de gedenateerde vorm zijn er veel afstanden tussen donor en acceptor mogelijk.



- b) Wat is de maximale mogelijke afstand tussen donor en acceptor in het gedenateerde eiwit?
c) Wat is de FRET efficiency in dit geval? Is dit detecteerbaar?

De distributie van afstanden in de 'native' en 'denatured' vorm zijn hieronder gegeven (links). Daarnaast is het fluorescentie verval van de donor (D) en donor in aanwezigheid van acceptor (D-A) gegeven voor de "native" vorm. De donor heeft een levensduur van 5 ns .



- d) Voor het gedenateerde eiwit geldt dat in de meeste gevallen de donor/acceptor afstand tussen de 10 en de $30\text{ \AA}$ is. Wat zijn de 'D-A' levensduren voor deze afstanden?
e) Teken het gemiddelde fluorescentie verval van 'D-A' voor het gedenateerde eiwit (bij benadering; gebruik logaritmische schaal voor intensiteit)? Leg uit waarom je dit verval verwacht.

Formuleblad

Lens formule:

$$\frac{1}{f} = \frac{1}{v} + \frac{1}{b}$$

met v de voorwerpafstand, b de beeldafstand en f de brandpuntsafstand

Vergroting:

$$M = \frac{b}{v}$$

Numerieke apertuur $NA = n \sin(\alpha)$, met n de brekingsindex en α de halve hoek v.d. belichtingsconus

Airy-disk diameter:

$$d_{\text{airy}} = 1,22 \frac{\lambda}{NA}$$

Resolutie volgens Rayleigh (conventionele microscoop):

$$d_{\text{min}} = 0,61 \frac{\lambda}{NA}$$

Laterale resolutie volgens Rayleigh confocaal in reflectie:

$$d_{\text{min,lat}} = 0,45 \frac{\lambda}{NA}$$

Axiale resolutie (FWHM) confocaal in reflectie:

$$d_{\text{min,ax}} = 1,4 \frac{\lambda}{n \cdot \sin^2 \alpha}$$

Quantum efficiency $Q = N_{\text{em}}/N_{\text{abs}}$

Energy transfer efficiency:

$$E = 1 - I_{D+A}/I_D, \quad E = 1 - \tau_{D+A}/\tau_D, \quad E = R_o^6 / (R_o^6 + r^6)$$

$$\tau = 1/\Sigma k \quad \text{en} \quad Q = k_{\text{rad}}/\Sigma k$$

Getal van Avogadro = $6,0 \times 10^{23}$, brekingsindex olie = 1,51, brekingsindex water 1,33