

Uitwerking¹ ASSM: golven (SK-BASSM)

01/02/2010

1 Scattering

Opgave 1

- a) Guinier law
- b) $K = \frac{2\pi}{\lambda} \sin \theta$ is the scattering vector.
 I is the scattered intensity at scattering vector K .
 I_0 is the extrapolated value for the scattered intensity to $K = 0$.
 R_g is the radius of gyration of the measured particles.
- c) For small scattering vectors.
- d) From fitting one obtains R_g .

Opgave 2

- a) In horizontal direction $d_1 = \frac{2\pi}{K_1} = 57.1 \text{ nm}$.
 In vertical direction $d_2 = \frac{2\pi}{K_2} = 125.7 \text{ nm}$.
- b)

$$K = \frac{2\pi}{\lambda} \sin \theta \Rightarrow \theta = \arcsin \frac{K\lambda}{2\pi}$$

$$\theta_1 = \arcsin \frac{K_1\lambda}{2\pi} = 0.00175 \text{ rad} = 0.100^\circ$$

$$\theta_2 = \arcsin \frac{K_2\lambda}{2\pi} = 0.000796 \text{ rad} = 0.0456^\circ$$

Opgave 3

The maximum angle at which can be measured is $\theta_{\max} = \pi/2$, so that:

$$\begin{aligned} K_{\max} &= \frac{2\pi n}{\lambda} \sin \theta_{\max} \\ &= \frac{2\pi \cdot 1.5}{628 \text{ nm}} \cdot 1 \\ &= 0.0150 \text{ nm}^{-1} \end{aligned}$$

2 Electronenmicroscopie

Opgave 1

Om te voorkomen dat het preparaat zich (inhomogeen) oplaadt. Dit zou voor ongewenst contrast zorgen.

¹Deze uitwerkingen zijn met grote zorg gemaakt. In geval van fouten kan de *CorrecCie* niet verantwoordelijk worden gesteld, maar wordt zij wel graag op de hoogte gesteld: bestuur@ussproton.nl

Opgave 2

EDX geeft geen kwantitatieve informatie over de samenstelling. De EDX-intensiteit van een element is niet alleen afhankelijk van concentratie, maar ook van diepte in het monster waarop het zich bevindt.

Nikkel kan zichtbaar zijn met EDX terwijl in het BSE-plaatje geen nikkel aanwezig lijkt, omdat EDX dieper in het monster kijkt dan BSE. Röntgenstraling die van het nikkel afkomt reist immers makkelijker terug naar de detector dan teruggekaatste elektronen.

Opgave 3

Voor TEM moet het sample niet te dik zijn, omdat anders geen elektronen worden doorgelaten. De toegestane dikte hangt af van welke elementen het monster bevat. Zwaardere elementen vereisen dunnere monsters.

Opgave 4

In het nikkeldeeltje treedt diffractie aan de kristalvlakken op. Bij sterke diffractie in een andere richting dan naar de detector, dan verschijnt het deeltje als donker op het TEM-plaatje. De diffractie is afhankelijk van de hoek waaronder de kristalvlakken staan. De helderheid van een deeltje kan daarvoor sterk veranderen bij kantelen van het monster.

3 Optische microscopie

Opgave a

De focus heeft een volume van

$$\begin{aligned} V &= d_{\min, \text{lat}}^2 \cdot d_{\min, \text{ax}} \\ &= 0.45^2 \cdot 1.4 \frac{\lambda^3}{\text{NA}^2 \cdot n \sin^2 \alpha} \\ &= 0.45^2 \cdot 1.4 \frac{n \lambda^2}{\text{NA}^4} \end{aligned}$$

In dit geval $\text{NA} = 1.2$ en $n = 1.33$ (aangezien het een waterobjectief betreft). Laten we aannemen dat we kijken met zichtbaar licht van $\lambda = 500 \text{ nm}$. Dan

$$V = 2.27 \times 10^{-20} \text{ m}^3$$

In dit volume bevinden zich

$$\begin{aligned} N &= N_A \cdot V \cdot c \\ &= 6.022 \times 10^{23} / \text{mol} \cdot 2.27 \times 10^{-20} \text{ m}^3 \cdot 1.0 \times 10^{-2} \text{ mol/m}^3 \\ &= 137 \end{aligned}$$

eiwitmoleculen.

Opgave b

$$r_{\max} = 3.5 \text{ \AA} / \text{aminozuur} \times 50 \text{ aminozuren} = 17.5 \text{ nm}$$

Opgave c

Met $R_0 = 2.5 \text{ nm}$, is de intensiteit

$$E = \frac{R_0^6}{R_0^6 + r_{\max}^6} = 8.5 \cdot 10^{-6}$$

De totale intensiteit is heel laag, want deze is afkomstig van slechts 137 moleculen. Het FRET-sigitaal zal daarom waarschijnlijk niet te onderscheiden van ruis. Eenzelfde (of grotere) afname zou ook worden gemeten als zich toevallig enkele moleculen uit de focus bewegen.

Opgave d

$$E = \frac{R_0^6}{R_0^6 + r^6} = 1 - \frac{\tau_{D+A}}{\tau_D} \Leftrightarrow \tau_{D+A} = \tau_D \left(1 - \frac{R_0^6}{R_0^6 + r^6} \right) = \tau_D \frac{r^6}{R_0^6 + r^6}$$

Voor $r = 1 \text{ nm}$:

$$\tau_{D+A} = 5 \text{ ns} \frac{(1 \text{ nm})^6}{(2.5 \text{ nm})^6 + (1 \text{ nm})^6} = 0.020 \text{ ns}$$

Voor $r = 3 \text{ nm}$:

$$\tau_{D+A} = 5 \text{ ns} \frac{(3 \text{ nm})^6}{(2.5 \text{ nm})^6 + (3 \text{ nm})^6} = 3.75 \text{ ns}$$

Opgave e

Verschillende eiwitten zullen een verschillende D-A afstand hebben, dus de donor zal een andere levensduur hebben. De totale intensiteit is de som van alle intensiteiten. In de log-schaal is dat de som van allemaal rechte lijnen met verschillende hellingen. Het resultaat is een gekromde lijn, die er enigszins uitziet als een hyperbool ($y = 1/x$).