

Kwantummechanica en technische toepassingen

Opgave: Transmissie elektronen microscoop

- a) De resolutie is een maat voor het kleinste detail dat zichtbaar kan worden gemaakt. Dit wordt op zijn beurt bepaald door de golflengte van de elektronen. Deze golflengte voldoet volgens de Broglie aan:

$$\lambda = \frac{h}{m \cdot v}$$

De snelheid van de elektronen wordt bepaald door de versnelspanning, want hiervoor geldt:

$$\Delta E_k = q \cdot U$$

Een verhoging van de versnelspanning zorgt dus voor een grotere snelheid en daarmee voor een kleinere golflengte. De kleinere golflengte zorgt voor een grotere resolutie.

Let op!

Schrijf bij dit soort vragen altijd een *volledig* antwoord op. Ik kan alleen punten geven voor dat wat op papier staat, niet voor wat je tijdens het proefwerk dacht!

- b) De gloeispanning zorgt voor het vrijmaken van elektronen door thermische emissie. Een verhoging van deze spanning zorgt er dus voor dat het aantal elektronen dat op het preparaat wordt afgestuurd toeneemt. Je kunt op deze manier invloed uitoefenen op de helderheid van de afbeelding. Je kunt bijvoorbeeld de gloeispanning verhogen als de afbeelding “onderbelicht” is of omgekeerd als deze “overbelicht” is.
- c) Alle elektronen zijn elektrisch negatief geladen en stoten elkaar dus onderling af. De bundel wordt door deze elektrische afstoting dus breder. De lenzen zijn nodig om dit effect te compenseren.
- d) Het beeld dat door dit type elektronenmicroscoop wordt gevormd wordt gevormd op basis van de elektronen die rechtdoor door het preparaat gaan. De helderheidsvariaties vormen het beeld. Elektronen die schuin gaan dragen dus bij aan de helderheid op plaatsen waar dat niet de bedoeling is, zodat deze helderder lijken dan ze zouden moeten zijn op basis van het preparaat.
- e) Het objectdiafragma bevindt zich achter het preparaat. Zoals reeds gezegd bij d) wordt het beeld gevormd op basis van de elektronen die recht door het preparaat gaan. Het objectobjectief schermt dus de schuin gaande elektronen af.
- f) De elektronen moeten dwars door het preparaat heen. Dit lukt alleen met hele dunne preparaten. Een object dat onderzocht moet worden moet dus eerst in dunne plakjes worden gesneden, dun genoeg om een elektronenbundel te laten passeren. Natuurlijk ook niet zo dun dat alle elektronen er probleemloos doorheen kunnen want dan zie niets!

Opgave: Scanning tunneling microscope

- a) Het beeld dat bij dit type elektronenmicroscop wordt gevormd, wordt gevormd op basis van het stroompje dat tussen een oppervlakte elementje en de punt van de pen loopt. Hoe beter bekend is uit welk oppervlakte elementje het stroompje afkomstig is hoe beter de resolutie is. Een dikke punt geeft een korrelig beeld.
- b) Constance tunnelstroom:
Deze modus houdt de tunnelstroom constant door de pen omhoog of omlaag te verplaatsen.
Het nadeel is dat in deze modus de tip zowel in horizontale als in verticale richting moet worden verplaatst ten opzichte van het preparaat. Dit is technisch ingewikkelder en langzamer.
Het voordeel is dat in deze modus de tip het oppervlak volgt. Je hoeft niet van tevoren te weten wat het hoogste punt is om een botsing tussen preparaat en tip te voorkomen.
Constance hoogte:
Deze modus houdt de tip op een vaste hoogte en meet de variërende tunnelstroom. Het voordeel is dat in deze modus het preparaat alleen in horizontale richting moet worden verplaatst ten opzichte van de pen. Dit is technisch eenvoudiger en gaat sneller.
Het nadeel is dat van tevoren bekend moet zijn wat het hoogste punt op het preparaat is anders is er een kans op een botsing tussen het preparaat en de tip.
- c) Deze opmerking is correct.
Als er op een bepaald punt van het oppervlak geen tunnelstroom wordt gemeten kan dat betekenen dat de afstand te groot is of dat er geen elektronen zijn die naar de tip zouden kunnen tunnelen.
- d) Deze opmerking is eveneens correct.
Een stroom bestaat uit vrije elektronen. Alleen metalen hebben vrije elektronen die gemakkelijk kunnen tunnelen.
Dit zijn dezelfde als die die bij een normale stroomkring dienst doen als geleidingselektronen.