

**Tampereen teknillinen yliopisto**  
**Automaatio-, Kone- ja Materiaalitekniikan tiedekunta**

**MOL-1410 Materiaalitieteen tutkimusmenetelmät 1**

**Tentti 14.12.2011**

**Kirjallisuuden ja muistiinpanojen käyttö ei ole sallittua**  
**Laskinta saa käyttää**

1. Molekyylien rakenteita voidaan tutkia erilaisten spektroskopioiden avulla. Mihin ilmiöihin nämä tarkastelut perustuvat? Mikä on spektroskopioiden ryhmittely tutkittavan energiamuodon mukaan?
2. Mitä tarkoittavat merkinnät  $\text{MoK}_{\alpha 1}$  ja  $\text{MoK}_{\alpha 2}$ ? Kuinka  $\text{MoK}_{\alpha 2}$  säteily (0,71359 Å) vaikuttaa röntgendiffraktiokäyrään, joka on mitattu molybdeenisäteilyllä, joka sisältää sekä  $\text{MoK}_{\alpha 1}$  että  $\text{MoK}_{\alpha 2}$  vastaavaa aallonpituutta. Tutki asiaa tasoille, joiden tasojen väliset etäisyydet ovat 2,8 Å ja 0,45 Å.  $\text{MoK}_{\alpha 1}$  säteilyn aallonpituus on 0,70930 Å.
3. Auger elektroneja käytetään varsin yleisesti materiaalien karakterisointiin. Mitä ovat Auger elektronit, miten ne syntyvät, mitä tietoa ne antavat materiaaleista ja miten niitä hyödynnetään karakterisoinnissa (nimeä laitteistot/menetelmät)?
4. Vertaile keskenään optista- ja pyyhkäisyelektronimikroskopiaa. Tärkeimmät edut ja merkittävimmät haitat.
5. Käytössäsi on mikroskooppi, joka on varustettu 15x okulaareilla ja öljyimmesio-objektiivilla, johon on merkitty lukemat 100x/1.40 Oil. Millainen on kuvan suurennos ja saavutettu syväterävyys? Öljyn taitekerroin on 1,52.
6. Selvitä lyhyesti:
  - a) Abbe'n yhtälö
  - b) DTA
  - c) rakennetekijä
  - d) astigmaattisuus
  - e) termistori
  - f) absorptioraja
  - g) Bravais-hila
  - h) SIMS

Kaavoja / Materiaalitieteen tutkimusmenetelmät

$$1/d^2 = (h^2 + k^2 + l^2) / a^2$$

$$E = h \nu = h (c/\lambda) \quad \lambda = 1,2398 / E \quad [\text{nm}] ; E [\text{kV}]$$

$$\lambda L = R d_{hkl}$$

$$\mathbf{P} / \lambda = h \mathbf{a}^* + k \mathbf{b}^* + l \mathbf{c}^*$$

$$n \lambda = 2 d_{hkl} \sin \theta$$

$$\cos \phi = (h_1 h_2 + k_1 k_2 + l_1 l_2) / [ (h_1^2 + k_1^2 + l_1^2)^{1/2} (h_2^2 + k_2^2 + l_2^2)^{1/2} ]$$

$$DF = d_{DF} / \tan \alpha_p \approx d_{DF} / \alpha_p = d_{CRT} / (\alpha M)$$

$$1/\lambda = k(Z - \sigma)^{1/2}$$

$$I/I_0 = \exp [ -(\mu/\rho)(\rho x) ]$$

$$\delta = 0.61 \lambda / (\mu \sin \alpha)$$

$$T_f = \delta / \tan \alpha = \{ \lambda \sqrt{\mu^2 - NA^2} \} / NA^2$$

$$D = M^2 d$$

$$C_i = (ZAF)_i (I_i / I_{(i)})$$

$$E_o / E_{ic} = U$$

$$\frac{\sin \theta_a}{\sin \theta_b} = \frac{n_b}{n_a}$$

$$\lambda = h \nu = 1.2398 / E \quad [\text{nm}] ; E \text{ in } [\text{kV}]$$

$$f_{\theta} = \left[ \frac{me^2}{2h^2} \right] [\lambda / (\sin \theta)]^2 (Z - f_x)$$

$$F_{hkl} = \sum_n f_n \exp\{2\pi i (hx_1 + ky_1 + lz_1)\}$$

$$|F|^2 = \sum_i f_i \cos\{2\pi i (hx_1 + ky_1 + lz_1)\} + \sum_i f_i \sin\{2\pi i (hx_1 + ky_1 + lz_1)\}$$

| Structure    | Reflection absent if        |
|--------------|-----------------------------|
| Simple cubic | All present                 |
| fcc          | h, k, l, mixed odd and even |
| bcc          | h+k+l odd                   |
| hcp          | h+2k = 3n and l is odd      |