

# **HIBAANALITIKA ZÁRÓVIZSGA ÖSSZEFOGLALÓ**

# Tartalomjegyzék

<b>1 Optikai mikroszkóp .....</b>	<b>3</b>
<b>2 Röntgenmikroszkóp.....</b>	<b>4</b>
2.1 Képképzés .....	4
2.2 Nyaláb előállítás .....	4
<b>3 Pásztaó akusztikus mikroszkóp (SAM).....</b>	<b>6</b>
<b>4 Elektronmikroszkóp .....</b>	<b>7</b>
<b>5 SEMEDX vs XRF.....</b>	<b>9</b>

# 1 Optikai mikroszkóp

A képképzés **fotonokkal** történik. (látható fénytartomány)

A fotonok hullámhosszából adódó **korlát: 200nm-nél** nem lehet jobb **feloldóképesség**.

Feloldóképesség: Az a 2 pont, amit már elkülönített objektként fog fel a mikroszkóp.pl.: 2 pont vagy 1 pont

**200nm:** A tanszéken a vizsgálat bőven pár nm-es nagyságrendben történik, ezért a rossz feloldóképesség miatt kérdéses lesz az észlelhetőség.

**Másik korlát: Mélység élesség.-->** Max 1000x nagyítás esetén a mélységélesség 1 $\mu$ m alatti.

**1000x--> kis mélység élesség (fordított arányosság)**

Azonban a rosszban fellelhetünk pozitív dolgokat is, például a Si struktúrákban pont ez a hasznos. Hasznos lehet **magasság mérés** esetén.

Kis mélység és élesség rossz.

Ezen kívül **fontos a megvilágítás**. Megvilágítás lehet:

- Körvilágítás
- Súrlófény
- **Axiális világítás**

Különböző megvilágítások máshogy mutatják a mintát.

Ezen kívül a megvilágítás lehet:

- **Sötét**
- **Világos**

Sok kiterjesztésük van

## 2 Röntgenmikroszkóp

Átvilágításra használjuk.

2 fő téma:

- Képképzés alapja (Mitől látok valamit)
- Hogy állítjuk elő a nyalábot

### 2.1 Képképzés

Nagyítás: **Geometriai nagyítás** van, nem optikai, mert a **röntgen fotonok szabadon haladnak** át az anyagokon.

Kontraszt kép lesz a röntgenfelvétel. Azt látom melyiket nyeli el jobban az egyes pontokban.

**Elnyelés:**

- **Rendszám-> nagy rendszám, sok elnyelés**
- **Átvilágított anyag vastagsága-> vastagabb, nagyobb elnyelés**

**Pozitív kép: - világos = kevesebb elnyelés**

Röntgenforráshoz közeli anyag nagyobb lesz a képen.

**Széles spektrumok miatt jó a röntgen, mert jó kontrasztú képet kapunk.pl.:  
Hol nincs forrás jól vizsgálható.**

Nagyítás: Közelebb kell vinni az anyagot a röntgenforráshoz. Kisebb lesz , ha a detektor felé visszük. Lehet a detektorokat és a forrást is mozgatni.

### 2.2 Nyaláb előállítás

Van egy elektronnyaláb. Attól függ **reflexiós** céltárgyba vagy **transzmissziós** céltárgyba csapódik.

Reflexiós céltárgy esetén kialakul a **teljes kölcsönhatási térfogat**. (körte, gombóc NAGY lesz.)

Pontszerű forrás esetén jó feloldóképesség. Minél nagyobb a forrás, annál jobban homály lesz az élek helyett. **Nincs reflexiónál pontszerű forrás**

Ábra:

Ha a minél jobb feloldóképesség a cél transzmissziós kell, hogy legyen. (vékony réteg van, nem szabad elégetni -> nincs hely a teljes kölcsönhatási térfogatnak)

**Transzmissziós: - kisebb forrás, jobb nagyítás**

**Reflexiós: - nagyobb forrás, rosszabb nagyítás, homályos ->félárnyék.**

**Vastagabb anyagoknál viszont ezt kell használni és olcsóbb is.**

### 3 Pásztázó akusztikus mikroszkóp (SAM)

**Hanggal való képalkotás (Ultrahang).**

Különböző anyagok **határfelületén reflektálódik a hang.**

**Határfelületek detektálására király.**

**Röntgennél az anyagban a repedést nem fogjuk látni. SAM ezt észreveszi.**

**Akusztikus impedancia:**

$$Z = \rho * V$$

Ahol  $Z$  = akusztikus impedancia,  $\rho$  = anyag sűrűsége,  $V$  = hang az anyagban.

**Reflexió:**

$$R = \frac{Z_2 - Z_1}{Z_2 + Z_1}$$

Ahol  $Z_1, Z_2$  a két anyag akusztikus impedanciája.

A levegő  $Z$ -jét 0-nak szoktuk venni -> -1-et ad a képlet.

$$R = [-1;1]$$

**$|R|$  = hányad része verődik vissza a hangnak.**

Előjele: Normál vagy fordított fázis, ha verődik vissza a hang. **Pl.: -1**, akkor levegőből anyagba.

**Delamináció vizsgálatára jó, (határfelület).**

Transzducer **kibocsájtja a hangot, majd ugyanazt a hangot be is kell fognia.**

Ez azért rossz, mert **90° -on kívül nem jön ugyanoda vissza a hang.**

**Görbe felületet nem tudunk vizsgálni. Időszelet, inhomogén.**

Jelátalakító frekvenciától függ a feloldóképesség. Nagy frekvencia nagy feloldóképesség, de rossz a behatolási mélység. **Vízbe kell tenni a jelátalakítót!!!**

## 4 Elektronmikroszkóp

**Elektronnal alkotunk képet.**

**Elektronnyalábbal KÖLCSÖNHATÁSba lép az anyag.**

Elektronnyalábból jön az info.

**VisszaSZÓRT elektronok:** Bejutott primer elektronok az anyagba, de visszajut.

Fontos, hogy **visszaszórt** nem visszavert!

**Szekunder elektronok:** Leszakít elektronokat a primer elektronnal.

**Primer: 10-20-30 keV**

**Visszaszórt: keV**

**Szekunder: eV**

**Karakterisztikus röntgen:** Belső elektronpályáról löki ki. ( a felsőbb pályáról helyettesíti a kilökött elektron helyét, ami energia kibocsájtással jár)

Folytonos röntgensugárzás: Atommag Coulomb terében energiát vesztenek.

**Visszaszórt:** Információs mélységi a kölcsönhatási térfogat fele.  $\frac{x}{2}$

$X \sim 10 \mu\text{m}$  mélység (nagyságrend). Ugyanaz a nagyságrend mint a rétegstruktúra. **Viszonylag nagy mélység.** Fémforrasz  $3 \mu\text{m}$ .

Gyorsítófesz: 20

**Szekunder elektronok:** Felső pár 10 nm-ről tudnak kijutni.

**Röntgensugárzás:** Bárhonnan kijut. A teljes kölcsönhatási térfogatból kijut.

**Ezek mind a teljes térfogatban keletkeznek!!!**

**Visszaszórt:** rendszám kontraszt képet tudunk készíteni.

**Nagy rendszám -> Több visszaszórt elektron.**

Átlapolódás miatt nem lehet nagy nagyítás.

**Szekunder:** Felület közeléből jönnek vissza, ezért **jó a felületvizsgálatra. Jó topológiát mutat.**

**Karakterisztikus röntgeninformáció:** Fotont bocsát ki a többletenergia való pótlás miatt.

**Diszkrét energiaszintek--> elem specifikus.**

**Fékezési röntgensugárzás:** Egy zaj. Semmire se jó most.

Detektorról nem kell beszélni, ha ezek megvannak fasza.

**Egész kölcsönhatási térfogatban keletkeznek ezek, csak a detektálás van a tetején.**

Pásztázó mikroszkóp!!



## 5 SEMEDX vs XRF

**XRF: Fluoreszcencia: Foton gerjesztésre foton válasz.** -> alacsonyabb lesz az energiája, magasabb hullámhosszú lesz.

UV-ből lehet látható

**SEMEDX: Röntgensugárral gerjesztés.** -> válasz karakterisztikus röntgen.

**Itt is elektron rúgunk ki a pályáról, csak nem elektron gerjesztés, hanem röntgen.**

**A detektált jel ugyanaz. Karakterisztikus röntgen.**

Különbség. Elektronsugárzás, röntgensugárzás.

SEMEDX	Röntgen
Fékezési röntgensugárzás = Zaj	Nincs fékezési röntgensugárzás
Kimutatási határ: 3-as nagyság különbség	
<b>Ez a rosszab 0,1%-nyi</b>	<b>Jobb: 0,0001%-nyi 1ppm</b>
Pontosság: Az adott térfogatban milyen, hány %-nyi egyes anyag van	
<b>Rossz pontosság</b> Pontatlanabb a nagy sűrűség miatt. (szőrös buckák) Százalékos pontatlanság:pl.: 40%- akkor lehet 42% vagy 38%	Szintén rossz pontosság, de nagyságrendekkel jobb, mint a másik. Kb 2 nagyságrenddel.
A mintát vákuumba kell tenni. (elektronforrás miatt) Mintaelőkészítés kell, ami sokszor körülményes.	Szabad levegőben végezhető.
Az elektronnyalábot tudjuk fókuszálni, ezáltal tudunk pontszerű összetelt vizsgálni	Röntgent nem tudjuk fókuszálni

Melyik jobb? Attól függ!!

Minden különbség a gerjesztés különbségéből jön.