

## Studijní program Mikroskopie – témata závěrečné zkoušky (2026)

### První skupina okruhů – Fyzikální optika

#### FO-1. Světelná optika

- Vlnová rovnice, vlnový popis šíření světla.
- Index lomu. Průchod světla materiály.
- Geometrická optika. Aproximace, formalismy.
- Odraz a lom světla, průchod vrstevnatými systémy.
- Průchod světla optickými prvky (čočky, hranoly, zrcadla, ...).
- Polarizace světla. Dvojlom.

#### FO-2. Elektronová optika

- Index lomu v elektronové optice.
- Rovnice trajektorie pro systémy s přímou osou.
- Pole v elektronové optice – rozvoj pole v blízkosti osy.
- Paraxiální rovnice trajektorie pro osově symetrické systémy.
- Báze řešení paraxiální rovnice, Wronskian, vztah mezi přímým a úhlovým zvětšením.
- Parazitické aberace – deflektce, astigmatismus a jejich korekce.

#### FO-3. Teoretická optika

- Maxwellovy rovnice, vlnová rovnice.
- Debyeův rozklad: rovnice eikonálu, rovnice pro přenos amplitudy, souvislost s vlnovou elektronovou optikou, eikonál jako optická dráha.
- Rovnice paprsku, Fermatův princip.
- Huygensův–Fresnelův princip, Fraunhoferův a Fresnelův difrakční integrál.

#### FO-4. Interference a difrakce

- Obecný popis interference a difrakce. Vlnový popis šíření světla.
- Difrakce v elektronové optice, difrakční integrál v paraxiální aproximaci pro osově symetrické systémy, hustota proudu za kruhovou aperturou.
- Příklady interferenčních a difrakčních jevů.
- Využití interferenčních jevů v mikroskopii.
- Rentgenová difrakce. Elektronová difrakce.

#### FO-5. Optické vady

- Optické vady (aberrace) ve světelné a elektronové mikroskopii.
  - Geometrické vady a chromatické vady osově symetrických systémů.
  - Parazitické osově vady do třetího řádu.
- Optické vady v difrakčním integrálu.
- Optické vady a rozlišení u osově symetrických systémů: vliv C3, Cc, difrakce na aperturu a brightness zdroje, optimalizace.
- Rozlišovací schopnost a meze rozlišení přístrojů.
- Korektory optických vad.
- Korektory vad v elektronové mikroskopii.

## Druhá skupina okruhů – Mikroskopie

### M-1. Konstrukce světelných mikroskopů

- Uspořádání optických prvků od zdroje po detektor.
- Konstrukce světelných mikroskopů.
- Typy optických mikroskopů.
- Zobrazovací režimy. Kontrastní metody. Aplikace.

### M-2. Skenovací elektronová mikroskopie

- Elektronový zdroj, kondenzorový systém, objektivová čočka.
- Skenování, pivot point, princip získání obrazu.
- Interakce elektronu se vzorkem: sekundární elektrony, zpětně odražené elektrony, prošlé elektrony; jejich detekce a kontrast.
- Nastavení rastrovacího elektronového mikroskopu. Korekce defokusu a astigmatizmu.

### M-3. Transmisní elektronová mikroskopie

- Elektronový zdroj, kondenzorový systém, objektivová čočka, projekční systém, detektory.
- Nastavení režimu osvit (TEM, STEM), nastavení projekčního systému (zobrazení, difrakce).
- Interakce elektronu se vzorkem (weak-phase approximation), contrast transfer function, vliv sférické vady, prostorové a časové nekoherence.
- Analytické metody v TEM/STEM (EDX, EELS).
- 4D STEM.
- Nastavení TEM, parazitické aberace.

### M-4. Spektroskopie a identifikace složení vzorků

- Principy spektroskopie. Metody identifikace materiálů.
- Příprava materiálů a biologických vzorků.
- Spektroskopické metody v optické mikroskopii.
- Spektroskopické metody v elektronové mikroskopii.

### M-5. Mikroskopické metody v materiálových vědách

- Mikroskopické metody a typy mikroskopů pro studium materiálů.
- Příprava vzorků pro různé metody.
- Měření povrchových a objemových vlastností vzorků.
- Analýza a zpracování naměřených dat.

### M-6. Mikroskopické metody ve vědách o živé přírodě

- Mikroskopické metody a typy mikroskopů pro biologické vzorky.
- Metody přípravy biologických vzorků pro SEM a TEM za pokojové teploty.
- Příprava vzorků pro kryo-elektronovou mikroskopii (včetně kryo-FIB/SEM).
- Určování struktur biomolekul pomocí single particle analysis a kryo-elektronové mikroskopie a metody validace struktur.
- Využití Fourierovy transformace v digitálním zpracování obrazových dat (point spread function, contrast transfer function, aberace, Fourierův teorém).

### M-7. Mapovací mikroskopické metody a pokroky v mikroskopii

- Mapovací mikroskopické metody – mikroskopie atomové síly, mikroskopie se skenovací sondou, ...
- Koherentní a laserové metody – konfokální mikroskopie, holografická mikroskopie, ...
- Moderní světelné a elektronové mikroskopy.
- Nejnovější pokroky v optice, v mikroskopii a v metodách zpracování obrazu.