

# Otázky ke státní závěrečné zkoušce pro magisterský studijní obor DIGITÁLNÍ A PŘÍSTROJOVÁ OPTIKA

## Paprsková, vlnová a elektromagnetická optika

1. Zákony paprskové optiky, použití zákona lomu a odrazu a Fermatova principu. Paprskový popis šíření světla nehomogenním prostředím, rovnice eikonály, paprsková rovnice.
2. Základní typy nehomogenních optických prostředí, paprsková rovnice v prostředích se sférickou a válcovou symetrií, princip činnosti a použití gradientních optických prvků.
3. Maticová optika a její použití v paprskové optice, transformační matice základních optických prvků a systémů. Paraxiální zobrazování gradientní čočkou, průchod paprsků gradientním vláknem.
4. Popis monochromatické rovinné a sférické vlny v neomezeném bezztrátovém prostředí. Kirchhoffova teorie ohybu světla, vymezení Fresnelových a Fraunhoferových ohybových jevů, řešení Fraunhoferových ohybových jevů na základních typech otvorů.
5. Popis paraxiální monochromatické světelné vlny, základní typy optických svazků. Parametry, vlastnosti a využití gaussovských svazků. Fokuse, kolimace a prostorová filtrace laserových svazků, použití maticového formalismu ve svazkové optice.
6. Základní pojmy a experimentální zdroje Maxwellovy teorie elektromagnetického pole, základní rovnice Maxwellovy teorie.
7. Obecný tvar rovnic Maxwellovy teorie elektromagnetického pole a jejich upřesnění pro nestacionární elektromagnetické pole v neomezeném bezztrátovém prostředí. Šíření elektromagnetických vln v neomezeném bezztrátovém prostředí, vlnová rovnice a její řešení, postupná rovinná a sférická vlna. Polarizace a energie elektromagnetických vln.
8. Obecný tvar rovnic Maxwellovy teorie elektromagnetického pole a jejich upřesnění pro nestacionární elektromagnetické pole v neomezeném ztrátovém prostředí. Šíření elektromagnetických vln v neomezeném ztrátovém prostředí. Zobecněná vlnová rovnice, její řešení pro monochromatické vlny, vlastnosti řešení. Energie monochromatických vln v neomezeném ztrátovém prostředí, pravá absorpce.
9. Vedlejší Maxwellovy rovnice (materiálové vztahy) pro různé typy prostředí. Šíření elektromagnetických vln v dielektrických anizotropních krystalech. Klasifikace a vlastnosti anizotropních materiálů, polarizátory a fázové destičky.
10. Hraniční podmínky Maxwellových rovnic. Elektromagnetické vlny na rozhraní dvou prostředí, zákon odrazu a lomu, Fresnelovy vzorce. Úplný odraz na rozhraní dvou bezztrátových prostředí. Vlastnosti odražené a lomené vlny při úplném odrazu.

## Vizuální a termovizní systémy

1. Paraxiální zobrazování, zobrazovací rovnice, měřítko zobrazení. Zobrazování s uvážením optických vad, základní typy a způsoby určení vlnových vad.
2. Omezení svazků v optických systémech, základní typy clon. Pupilová funkce optického systému, apodizace a její projevy při difrakčně limitovaném zobrazení.
3. Přehled paprskových vad, paprskové vady třetího řádu. Funkce obrazu bodu, výpočet a použití.
4. Charakteristiky optických materiálů, index lomu, absorpce a disperze. Barevné vady a možnost jejich korekce. Vliv optických vad a difrakce při zobrazení v různých spektrálních pásmech.
5. Princip difraktivního zobrazení, základní typy a metody návrhu difraktivních prvků. Refraktivní, odrazné a difraktivní optické prvky, vlastnosti a možnosti použití.
6. Paraxiální parametry optických prvků a systémů. Ohnisková vzdálenost dvoučlenného systému, afokální optický systém, konstrukce a použití teleobjektivu. Základní pojmy teorie koherence, vznik obrazu při koherentním a nekoherentním osvětlení.
7. Vliv optických vad na zobrazení, přípustné rozostření při ideálním zobrazení, optimální zaostření obrazu pomocí Strehlova kritéria. Postup optimalizace optických systémů.
8. Zobrazování z pohledu paprskové a vlnové optiky, matematické a fyzikální aspekty zobrazení, typy optických zobrazovacích prvků. Strehlovo kritérium, užití pro vyhodnocení vlivu optických vad.
9. Lagrangeův invariant, měřítko zobrazení u fokálních a afokálních systémů. Transformační matice základních optických systémů, použití maticové optiky v zobrazování.
10. Použití Fourierovy analýzy v optickém zobrazení, optická funkce přenosu, způsoby výpočtu a použití pro koherentní a nekoherentní světlo. Paprskové a vlnové vady, způsob určení, vzájemný přepočítání a hodnocení vlivu na obrazový výkon.

## Optické měřicí metody a spektroskopie

1. Základní fotometrické, radiometrické a spektrometrické veličiny jejich vzájemné vztahy a jednotky. Geometrické a fotometrické parametry optických soustav.
2. Charakteristiky optického záření, parametry světelných zdrojů a jejich měření, zdroje záření. Záření absolutně černého tělesa. Použití světelných zdrojů pro kalibrace vlnových délek a intenzit ve spektroskopii.
3. Základní mechanismy detekce světelného záření. Základní parametry detektorů a jejich měření. Detektory používané ve spektroskopii. Charakterizace signálu a šumu. Chyby měření, kalibrace detektorů.
4. Měření přímosti a rovinnosti, měření úhlů, funkce a použití autokolimátoru, goniometru a teodolitu. Princip a aplikace metod koherenční zrnitosti a moiré.
5. Dvousvazková a více svazková interferometrie, základní typy interferometrů, interferenční měření délek, posuvů a nehomogenity prostředí, metody holografické interferometrie.
6. Interferometry ve spektroskopii, princip a použití Fabry-Perotova a Michelsonova interferometru. Výpočet spektra z interferogramu, spektrální rozsah a rozlišení.
7. Měření parametrů optických soustav, geometrické aberace optických soustav a jejich měření, způsoby hodnocení zobrazovacích vlastností, způsoby měření funkce optického přenosu.
8. Různé metody výběru vlnových délek. Spektrální rozlišení a volný spektrální interval. Absorpční a interferenční filtry (Fabry-Perotovy filtry), charakteristika a použití. Rozklad světla hranolem a difrakční mřížkou.
9. Difrakční mřížka. Mřížková rovnice. Disperze a teoretické spektrální rozlišení difrakční mřížky. Základní typy monochromátorů a spektrografů. Spektrální rozsah a rozlišení monochromátorů.
10. Přehled základních spektroskopických metod, absorpční a emisní spektroskopie, luminiscence a Ramanův rozptyl. Měření optického signálu ve spektroskopii. Temný signál, signál pozadí a analytický signál.

## Digitální optika a zpracování obrazové informace

1. Fourierova analýza v časové a prostorové oblasti, prostorové spektrum 2D signálu, popis šíření světla v impulzním a frekvenčním přístupu. Nekoherentní optické procesory na principech geometrické a vlnové optiky. Rozpoznávání znaků/obrazu, neuronové sítě.
2. Funkce propustnosti čočky, optická realizace Fourierovy transformace, optická funkce přenosu pro volné šíření, princip prostorové filtrace, použití 4-f systému. Koherentní optické procesory, holografické filtry, anamorfní procesory, diskrétní procesory. Inverzní filtr, přizpůsobený filtr, Wienerův filtr.
3. Vlnový popis optického zobrazení, pupilová funkce, bodová rozptylová funkce. Frekvenční analýza koherentních a nekoherentních optických systémů. Zobrazení s fázovým kontrastem. Rekonstrukce obrazu. Syntéza apertury, super-rozlišení.
4. Princip činnosti a použití difraktivních optických prvků, metody prostorové modulace světla. Mechanické, elektrické a optické vlastnosti nematkových tekutých krystalů. Realizace prostorové modulace světla pomocí tekutých krystalů a magneto-optických a mikromechanických prvků.
5. Vlnové vady a metody měření vlnoplochy. Principy a aplikace optické tomografie. Speklová interferometrie. Zpracování opticky získané informace, vzorkovací teorém.
6. Záznam světla v klasické a digitální fotografii, digitalizace obrazu (vzorkování a kvantování). Vztah mezi teoretickým rozlišením obrazu a vzorkováním při digitalizaci (Fourierova analýza 2D obrazu). Záznam barev a uložení digitálního obrazu.
7. Podstata barevného vjemu, měření barev, kolorimetrické soustavy. Barevné prostory závislé a nezávislé na zařízení. Správa barev, postup práce při tvorbě fotografií na kalibrovaných zařízeních.
8. Počet zaznamenaných úrovní jasu digitálních zařízení (kvantování). Histogram obrazu. Intenzitní úpravy obrazu: negativ digitálního obrazu, úprava kontrastu obrazu pomocí exponenciální funkce (gama korekce) a metodou vyrovnání histogramu.
9. Prostorová filtrace obrazu. Úprava ostrosti obrazu pomocí lineárních prostorových filtrů. Použití neostré masky. Využití gradientu pro detekci hran v obrazu.
10. Zpracování obrazu ve frekvenční oblasti, využití Fourierovy transformace a konvoluce. Konstrukce filtrů, úprava ostrosti obrazu. Selektivní filtrování ve frekvenční oblasti (odstranění periodických artefaktů).