

Otázky ke státní závěrečné zkoušce pro navazující magisterský studijní program DIGITÁLNÍ A PŘÍSTROJOVÁ OPTIKA

OPTICKÉ ZOBRAZENÍ A SYSTÉMY

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. Paraxiální zobrazování, zobrazovací rovnice, paraxiální parametry optických prvků a systémů, paraxiální trasování paprsků, maticová optika, transformační matice základních optických prvků a systémů, Lagrangeův invariant, měřítko zobrazení.
4. Paraxiální zobrazování gradientní čočkou, průchod paprsků gradientním vláknem. Ohnisková vzdálenost dvoučlenného systému, afokální optický systém, konstrukce a použití teleobjektivu.
5. 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.
6. 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.
7. Omezení svazků v optických systémech, základní typy clon. Pupilová funkce optického systému, apodizace a její projevy při difrakčně limitovaném zobrazení.
8. Charakteristiky optických materiálů, index lomu, absorpce a disperze. Barevné vady a možnost jejich korekce, achromát, apochromát. Vliv optických vad a difrakce při zobrazení v různých spektrálních pásmech.
9. Paprskové a vlnové vady, způsob určení. Paprskové vady třetího řádu, klasifikace a vliv na zobrazení. Optické vady složeného systému. Vliv polohy clony na optické vady. Metody návrhu optických systémů, optimalizace.
10. Zobrazování z pohledu paprskové a vlnové optiky, matematické a fyzikální aspekty zobrazení, typy optických zobrazovacích prvků. Strehlovo kritérium, užití pro vyhodnocení vlivu optických vad.
11. Základní pojmy teorie koherence, zobrazení při koherentním a nekoherentním osvětlení. PSF a optická funkce přenosu pro koherentní a nekoherentní světlo.
12. Princip difraktivního zobrazení, základní typy a metody návrhu difraktivních prvků. Refraktivní, odrazné a difraktivní optické prvky, vlastnosti a možnosti použití.

OPTICKÉ MĚŘÍCÍ METODY A SPEKTROSKOPIE

1. Základní fotometrické, radiometrické a spektroradiometrické 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. Měření parametrů optických soustav, geometrické a vlnové aberace optických soustav a jejich měření, způsoby hodnocení zobrazovacích vlastností, způsoby měření funkce optického přenosu.
6. Dvousvazková a více svazková interferometrie, základní typy interferometrů, interferenční měření délek, posuvů a nehomogenity prostředí, metody holografické interferometrie.
7. Různé metody výběru vlnových délek a jejich porovnání z hlediska spektrálního rozlišení a volného spektrálního intervalu a energetické optiky. Étendue spektrografů a interferometrů.
8. Absorpční a interferenční filtry (Fabry-Perotovy filtry), charakteristika a použití. Rozklad světla hranolem a difrakční mřížkou a jejich úhlová disperze.
9. Difrakční mřížka. Mřížková rovnice. Disperze a teoretické spektrální rozlišení difrakční mřížky. Základní typy monochromátorů a spektrografů. Spektrální rozsah a rozlišení monochromátorů.
10. Přehled použití interferometrů ve spektroskopii. Princip a použití Fabry-Perotova interferometru. Spektrální rozsah a spektrální rozlišení Fabry-Perotova interferometru.
11. Princip a použití Michelsonova interferometru ve spektroskopii. Výpočet spektra z interferogramu, spektrální rozsah a rozlišení.
12. 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 OBRAZU

1. Základní pojmy Fourierovy analýzy. Fourierova transformace, vlastnosti, digitální realizace, vzorkování v prostorové a spektrální oblasti, vzorkovací teorém, vliv vzorkování a ořezu vstupu na výsledné spektrum. Fourierova analýza lineárních systémů, variantní a invariantní systémy.
2. Šíření prostorového (úhlového) spektra, impulsní odezva a funkce přenosu volného prostoru. Funkce propustnosti čočky, optická realizace Fourierovy transformace. Koherentní optické procesory, 4-f systém, holografické filtry, aplikace koherentních optických procesorů, techniky fázového kontrastu.
3. Zobrazení jako lineární systém, frekvenční analýza koherentních a nekoherentních optických systémů. Nekoherentní optické procesory, zobecněná pupilová funkce, syntéza PSF, syntéza apertury.
4. Metody prostorové modulace světla. Mechanické, elektrické a optické vlastnosti nematických tekutých krystalů. Realizace prostorové modulace světla pomocí tekutých krystalů a magneto-optických a mikromechanických prvků.
5. Základní pojmy teorie odhadu: Bayesova věta, věrohodnost, Fisherova informace. Bodový odhad. Efektivní, nevychýlený a konzistentní odhad. Pseudoinverze a její aplikace, regularizace. Tomografické zobrazování, projekce, Radonova transformace, projekční teorém.
6. Pokročilé zpracování obrazu. Rekonstrukce (dekonvoluce) obrazu v přítomnosti šumu, Wienerův filtr. Rozeznávání znaků/obrazu, přizpůsobený filtr, neuronové sítě. Super-rozlišení, Gerchbergův-Saxtonův algoritmus.
7. Stochastické zobrazovací systémy, simulace šíření signálu v atmosféře. Atmosférou limitované zobrazení, Friedův parametr, izoplanatický úhel. Speklová interferometrie. Principy adaptivní optiky, detekce vlnoplochy, Shackův-Hartmannův senzor.
8. Základní metody a experimentální konfigurace digitální holografie. Počítačem generované hologramy, difrakční účinnost a realizace. Digitální záznam, zpracování a numerická rekonstrukce hologramů, metody prostorového a časového kódování. Metody nekoherentní holografické mikroskopie. Holografické techniky kvantitativního fázového zobrazení.
9. Záznam světla v klasické a digitální fotografii, digitalizace obrazu (vzorkování a kvantování). Záznam barev a uložení digitálního obrazu.
10. Podstata barevného vjemu, měření barev, kolorimetrické soustavy. Barevné prostory závislé a nezávislé na zařízení. Správa barev, postup práce při tvorbě fotografií na kalibrovaných zařízeních.
11. Intenzitní úpravy obrazu: negativ digitálního obrazu, úprava kontrastu obrazu. Nelineární vnímání intenzity záření, a jeho důsledky pro digitalizaci obrazu. Histogram obrazu. Úprava kontrastu metodou vyrovnání histogramu.
12. Zpracování obrazu ve frekvenční oblasti, využití Fourierovy transformace a konvoluce. Konstrukce filtrů, úprava ostrosti obrazu, technika neostré masky. Selektivní filtrování ve frekvenční oblasti (odstranění periodických artefaktů). Využití gradientu pro detekci hran v obrazu.