

Otázky ke státní závěrečné zkoušce

Aplikovaná fyzika

(magisterské studium)

Katedra experimentální fyziky

Univerzita Palackého v Olomouci

1. Teorie měření a experimentu a metrologie (KEF/SZZTM)

a) Teorie měření a experimentu

1. Základní pojmy teorie měření (kvalitativní a kvantitativní pojmy, klasifikační rozdělení, topologické a metrické rozdělení, přechod od klasifikace k měření).
2. Měření a jeho definice (problémy definice měření, Maxwellovo pojetí měření, postuláty modelu měření – postulát objektivnosti, kvalitativní specifikace, odstupňování, empirické ekvivalence, porovnání, výběru, kvantifikace, vyjádření výsledku měření, přesnosti a platnosti, komplexnosti, účelu).
3. Reprezenční teorie měření (abstraktní struktura, empirická struktura, empirický a numerický relační systém, isomorfismus a homomorfismus relačních systémů, škála měření, reprezenční teorém, problém jedinečnosti).
4. Typy škál a jejich klasifikace (pojem škála měření, přípustné transformace, Coombsova klasifikace – nominální, poměrová, ordinální, intervalová, podobnostní, rozdílová škála).
5. Fyzikální veličina (problémy definice fyzikální veličiny, Maxwellova definice, rozdělení fyzikálních veličin, ztělesněná míra, měřicí převodník).
6. Plánování a realizace experimentu (základní pojmy a problémy, měření vs. výpočet, strategie měření, dělení experimentů, schéma experimentu – principy, organizace experimentální činnosti – od zadání po zpracování a interpretaci výsledků experimentu, specializace laboratoří, ekonomické a časové aspekty experimentu, individuální a týmový experiment, kompenzace nežádoucích vlivů, měřicí řetězce a principy vyhledávání).
7. Základy teorie podobnosti a modelování (vymezení problematiky, definice podobnosti, typy podobnosti, kritéria podobnosti, metody určení podobnostních kritérií – rozměrová analýza, analýza matematického a fyzikálního modelu).

b) Metrologie

8. Metrologie délky (způsob realizace jednotky, definice metru, státní etalon, schéma návaznosti).
9. Metrologie hmotnosti (způsob realizace jednotky, definice kilogramu, metody měření hmotnosti, schéma návaznosti).
10. Metrologie tlaku (způsoby měření tlaku, schéma návaznosti tlakoměrů, etalony tlaku).
11. Metrologie objemu kapalin (rozdělení průtokoměrů, jejich vlastnosti a možnosti použití, zkoušky průtokoměrů, typy zkušebních zařízení).
12. Metrologie teploty (jednotky teploty, teplotní stupnice ITS 90, pevné body teploty, realizace teplotní stupnice, návaznost teploty v ČR, druhy a základní principy snímačů teploty).
13. Metrologie tepla (části měřičů tepla a jejich charakteristika, měření tepla teplotním médiem – párou a vodou, zkoušky přesnosti jednotlivých částí měřičů tepla, výpočet konvenčně pravé hodnoty tepla).
14. Metrologie ss a nf elektrických signálů (primární a sekundární etalony, ss napětí, nf střídavé napětí, ss proud, nf střídavý proud, práce a výkon elektrického proudu pro 50 Hz)

15. Metrologie nf vlastností elektrických prvků (kapacita, indukčnost, odpor při střídavém proudu, fázový posuv, nelineární zkreslení).
16. Metrologie času a kmitočtu (způsob realizace jednotky, definice sekundy, etalony frekvence, čítače, základní problémy vf elektrických měření).
17. Metrologie v akustice (způsoby kalibrace, zvukoměr, akustický kalibrátor, audiometr).

Doporučená studijní literatura

1. Zápisy z přednášek a cvičení
2. Mlčoch, J.; Rössler, T.: *Teorie měření a experimentu*, VUP, Olomouc, 2005.
3. Matyáš, V.: *Teorie měření a experimentu*, SNTL, Praha, 1986.
4. Staríček, I.: *Úvod do metronomiky*, Veda, Bratislava, 1977.
5. Šindelář, V. a kol.: *Základy obecné metrologie*, edice Základy metrologie, sv. 6, ÚNM, 1984.
6. Šindelář, V.; Tůma, Z.: *Úvod do průmyslové metrologie. Příručka specialisty*, sv. 3, IMP, Praha, 1984.
7. časopis *Metrologie* (průběžné sledování).
8. Mlčoch, L.; Šimonovský, M.: *Aplikovaná metrologie v průmyslové praxi I. Příručka specialisty*, sv. 4, IMP, Praha, 1984.
9. Berger, Z. a kol.: *Aplikovaná metrologie v průmyslové praxi II. Příručka specialisty*, sv. 5, IMP, Praha, 1984.
10. Brož, J. a kol.: *Základy fyzikálních měření I*, SPN, Praha, 1967.
11. Dufek, M.; Fajt, V.: *Elektrická měření I*, SNTL, Praha, 1974.
12. Drechsler, R.; Gyarfáš, J.; Jakl, M.; Vítkovec, J.: *Elektrická měření II*, SNTL, Praha, 1973.
13. Matyáš, V.: *Elektronické měřicí přístroje*, SNTL Praha a Alfa Bratislava, 1981.
14. Matyáš, V.: *Radioelektronické měření*, VUT, Brno, 1988.
15. Merhaut, J.: *Příručka elektroakustiky*, SNTL, Praha, 1964.
16. www.cmi.cz.

2. Nanotechnologie (KEF/SZZNA)

1. Nanotechnologie – definice, základní jevy, odlišnosti od makrosvěta, problémy škálování, kvantové jámy, dráty, tečky, Casimirova a van der Waalova síla.
2. Nanočástice a nanoklastry, základní uspořádání a vlastnosti, magická strukturní čísla, elektronické vlastnosti, nanoklastry kovů, polovodičů a inertních plynů.
3. Nanostrukturní objemové materiály neuspořádané a uspořádané, fyzikální vlastnosti a jejich příprava. Fotonické krystaly.
4. Atomární základ magnetismu – diamagnetismus, paramagnetismus, magnetické interakce, typy magnetických uspořádání (feromagnetismus, antiferomagnetismus, ferimagnetismus atd.), fázové přechody, excitace a magnetické domény.
5. Magnetické vlastnosti nanostrukturních materiálů: jednodoménovost, superparamagnetismus, jev kolektivních magnetických excitací, povrchové jevy, neinteragující a interagující systémy částic, spinové sklánění, magnetoresistance, frustrace a spinová skla, magnetooptické jevy v nanostrukturách.
6. Mikroskopické metody pro nanotechnologie: AFM, AM-AFM, FM-AFM, HR TEM, elektronová tomografie.
7. Metody tvorby nanostruktur: princip litografie, rezisty, aditivní a subtraktivní metody, MBE, CVD, EBL, FIB, techniky využívající SPM, manipulace s atomy a nanobjekty.
8. Základní nanosystémy: nanočástice, kvantové tečky, nanodráty, nanotrubičky, metody jejich přípravy, charakterizace vlastností a morfologie, systémy nanočástic, ferrofluidy, samouspořádávání nanostruktur.
9. MEMS a NEMS: princip, tvorba, nejjednodušší systémy. Nanoelektronika a molekulární elektronika, zařízení na nich založená, spintronika, jednoelektronová zařízení, Coulombova blokáda.
10. Nanometrologie, aplikace SPM a rtg. interferometrie, měření v nanosvětě, jednoduché měřicí nanozařízení.

Doporučená studijní literatura

1. Poole, Ch. P.; Owens, F. J.: *Introduction to Nanotechnology*, Wiley, New Jersey, 2003.
2. Bhushan, B.: *Springer Handbook of Nanotechnology*, Springer, 2006.
3. Dupas, C.; Houdy, P.; Lahmani, M.: *Nanoscience. Nanotechnologies and Nanophysics*, Springer, 2007
4. Wolf, E. L.: *Nanophysics and Nanotechnology*, Wiley-VCH, Weinheim, 2004.
5. Blundell, S.: *Magnetism in Condensed Matter*, Oxford University Press, Oxford, 2003.
6. Craik, D. J.: *Magnetism: Principles and Applications*, Wiley, 1995.
7. Samori, P.: *Scanning Probe Microscopies beyond Imaging: Manipulation of Molecules and Nanostructures*, Wiley, 2006.
8. Yao, N.; Wang, Z. L.: *Handbook of Microscopy for Nanotechnology*, Kluwer Academic Publishers, 2005.
9. Wilkening, G.; Koenders, L.: *Nanoscale Calibration Standards and Methods: Dimensional and Related Measurements in the Micro- and Nanometer Range*, Wiley, 2005
10. Husák, M.: *Mikrosenzory a mikroaktuátory*, Academia, 2008.
11. Přednášky.

3. Teorie signálů a informace (KEF/SZZSI)

1. Determinované periodické signály a jejich Fourierova analýza.
2. Determinované impulzy a jejich Fourierova analýza.
3. Základní vlastnosti Fourierovy transformace.
4. Spojitá Fourierova spektra základních impulzů a periodických signálů.
5. Konvoluce signálů a její Fourierovo spektrum.
6. Diskrétní numerické Fourierovy transformace.
7. Korelace signálů a její srovnání s jejich konvolucí.
8. Laplaceova a Laplaceova-Wagnerova transformace signálu.
9. Vlastnosti lineárních přenosových soustav signálů.
10. Vlastnosti nelineárních přenosových soustav signálů.
11. Vznik, přenos a chybovost digitálního signálu.
12. Charakteristické funkce a veličiny náhodných procesů a jejich signálových realizací (distribuční funkce, hustota pravděpodobnosti, momenty, korelační funkce).
13. Kritéria stacionarity, regulárnosti a ergodicity náhodných procesů.
14. Spektrální hustota výkonu náhodných procesů a jejich realizací.
15. Přenos náhodného signálu lineární přenosovou soustavou.
16. Šumy a jejich vliv na signál.
17. Vzorkování a kvantování signálu.
18. Přehled a charakteristika základních druhů modulace signálu (analogová amplitudová, fázová a frekvenční modulace, impulzová a digitální modulace).
19. Mnohocestné signály.
20. Vymezení informace sdělení a její základní míry (obecný vztah pro informaci, Hartleyova a Shannonova míra informace).
21. Základní druhy a vlastnosti informační entropie náhodných signálů (vlastní, sdružená, podmíněná a vzájemná informační entropie).
22. Poměrná informační entropie a redundance informace.
23. Přenos informační entropie sdělovacím kanálem (rychlost přenosu informace a informační kapacita sdělovacího kanálu).

Doporučená studijní literatura

1. Pospíšil, J.: *Analýza a přenosové aspekty signálů*, UP Olomouc, 1994.
2. Pospíšil, J.: *Teorie zpracování signálů*, UP Olomouc, 1994.
3. Pospíšil, J.: *Teorie informace*, UP Olomouc, 1994.
4. Šebesta, V.: *Teorie sdělování*, VUTIUM, Brno, 1998.
5. Šebesta, V.: *Systémy, procesy a signály I*, VUT, Brno, 1997.
6. Rampl, I.: *Stochastické procesy a teorie informace*, VUT, Brno, 1982.
7. Proakis, J. G.; Manolakis, D. G.: *Digital Signal Processing*, Prentice Hall, New Jersey, 1996.

4. Experimentální technika a měřicí metody (KEF/SZZEX)

1. Struktura měřicího řetězce. Převodníky fyzikálních veličin na elektrické veličiny a jejich statické a dynamické vlastnosti. Fyzikální a matematický model snímače. Přesnost snímače, metody zmenšení chyb či nejistot snímačů.
2. Odporové snímače (princip a rozbor vlastností, odporové snímače kontaktní využívající stykového odporu, polohy – potenciometry, rychlosti, vakua, magnetických veličin, světelného záření – bolometry, vlhkosti, odporové analyzátoři plynů).
3. Odporové snímače deformace – tenzometry (princip a vlastnosti, polovodičové tenzometry, parazitní vlivy, aplikace – problematika lepení tenzometrů, měření dynamických procesů).
4. Termoelektrické snímače teploty (princip – smyčka z různých materiálů, kompenzační vedení, termoelektrické napětí, čistota a homogenita materiálu, parazitní vlivy, polovodičové materiály, aplikace pro zvláštní účely – měření množství tepla, tepelného záření aj.).
5. Odporové snímače teploty – kovové a polovodičové (princip a vlastnosti, můstkové zapojení a kompenzace parazitních vlivů).
6. Snímače vakua (princip a vlastnosti, absolutní měřiče vakua, kalibrace snímačů vakua, odporové a ionizační snímače vakua).
7. Snímače ionizujícího záření (scintilační, plynové a polovodičové).
8. Využití ionizujícího záření ve výzkumu (aktivační analýza, rentgenofluorescenční analýza, alfa, beta a gama spektroskopie).
9. Mikroelektronické snímače. Metoda čítání fotonů a synchronní detekce optických signálů.
10. Kapacitní snímače (princip a vlastnosti, funkční varianty, aplikace).
11. Indukčnostní snímače (princip a vlastnosti, snímače: s malou vzduchovou mezerou, s otevřeným magnetickým obvodem, s potlačeným polem, bez feromagnetika, indukčnostní snímače rychlosti, selsyny, aplikace).
12. Indukční (generátorové) snímače (princip a vlastnosti, snímače elektromagnetické, vibrační elektromagnetické, elektrodynamické, magnetostrikční).
13. Magnetické snímače (princip a vlastnosti, snímače magnetoelastické, magnetoanizotropní, využívající Wiedmannova jevu, aplikace).
14. Elektrokinetické snímače (princip, druhy a vlastnosti, aplikace).
15. Hallovy snímače (podstata Hallova jevu, rozbor vlastností a použití).
16. Piezoelektrické snímače (princip a vlastnosti, elektrické náhradní schéma, užití).
17. Světelná mikroskopie.
18. Rentgenová strukturní analýza.
19. Elektronová mikroskopie.
20. Jaderná magnetická rezonance.
21. UV-VIS spektroskopie.
22. Mössbauerova spektroskopie.
23. Optická interference a difrakce (koherence světla, principy optické interference a difrakce – základní vztahy).
24. Optické interferometry a jejich využití v praxi.
25. Fourierova transformace v optice (optická Fourierova transformace pomocí čočky, prostorová filtrace).

26. Holografie (princip a historický vývoj, záznam a rekonstrukce vlnového pole, záznamové materiály a prostředí, vlastnosti a třídění hologramů, polarizační holografie, akustická holografie, holografie na bázi koherenční zrnitosti, počítačová – digitální – holografie a jejich použití).
27. Holografická interferometrie (princip a dělení, vyhodnocení holografických interferogramů, holografie časově proměnných jevů, aplikace v termomechanice, v hydromechanice, měření chvění, rázů, kontrola tvaru předmětu, deformace předmětu aj.).
28. Optické zpracování informací (optické procesory – historický vývoj a základní pojmy, optické a optoelektronické prvky pro konstrukci optických procesorů, jejich principy a využití – čočka, děliče svazku, optické mřížky, optické vlnovody, modulátory světla, maticové detektory technologie CCD a CMOS, vybrané aplikace – optické korelátoři a paměti).
29. Koherenční zrnitost (základní pojmy, subjektivní a objektivní koherenční zrnitost, fraktálová koherenční zrnitost, posuv a dekorelace pole koherenční zrnitosti, statistické vlastnosti koherenční zrnitosti).
30. Měřicí metody na bázi koherenční zrnitosti a jejich aplikace v experimentální pružnosti (princip, základní vztahy – metoda korelace polí koherenční zrnitosti, interferometrická metoda, ESPI).
31. Optické metody v experimentální praxi I (princip, základní vztahy a využití – metoda moiré, interferometrie v bílém světle).
32. Optické metody v experimentální praxi II (princip, základní vztahy a využití – stereofotogrammetrie, stříhová interferometrie).
33. Optické metody v experimentální praxi III (princip, základní vztahy a využití – fotoelasticimetrie, laserová anemometrie).
34. Laserové technologie ve strojírenství, elektrotechnice a lékařství (přehled a principy laserů pro technologie, vysokovýkonové lasery, interakce laserového záření s pevnou fází, příklady aplikací).

Doporučená studijní literatura

1. Ďaďo, S.: *Měřicí převodníky fyzikálních veličin*, ČVUT, Praha, 1990.
2. Zehnula, K.: *Snímače neelektrických veličin*, SNTL, Praha, 1983.
3. Zehnula, K.: *Převodníky fyzikálních veličin*, VUT, Brno, 1990.
4. Matyáš, V.; Zehnula, K.; Pala, J.: *Měřicí technika*, edice Malá encyklopedie elektroniky, SNTL, Praha, 1983.
5. Hofman, D.: *Přemyselná meracia technika*, Alfa, Bratislava, 1988.
6. Brož, J. a kol.: *Základy fyzikálních měření I, IIA, IIB*, SPN, Praha, 1967 a 1974.
7. Gerndt, J.: *Detektory ionizujícího záření*, ČVUT, Praha, 1994.
8. Pošpišil, J.: *Základy vlnové optiky*, UP Olomouc, 1990.
9. Štrba, A.: *Všeobecná fyzika 3 – Optika*, Alfa Bratislava a SNTL Praha, 1979.
10. Saleh, B. E. A.; Teich, M. C.: *Základy fotoniky*, Matfyzpress, Praha, 1994.
11. Miler, M.: *Holografie*, SNTL, Praha, 1974.
12. Hrabovský, M.; Bača, Z.; Horváth, P.: *Koherenční zrnitost v optice*, UP Olomouc, 2001.
13. Mayinger, F.; Feldman, O. (eds.): *Optical Measurements: Technique and Applications*, Springer, Berlin, 2001.
14. Sirohi, R. S. (ed.): *Speckle Metrology*, Marcel Dekker, New York, 1993.
15. Goodman, J. W.: *Speckle Phenomena in Optics: Theory and Applications*, R&C Publishers, Greenwood Village, 2007.
16. Zápisy z přednášek.