

**Mgr. studium**  
**Okruhy pro předmět**  
**KVANTOVÁ ELEKTRONIKA A OPTIKA**

Témata např. z předmětů:

*Kvantová mechanika (02KVANT), Kvantová elektronika (12KVEN, Kvantová optika (12KVO)*

1. **Popis kvantových soustav** pomocí Diracova formalizmu, vlnové funkce a abstraktní stavové vektory, základní axiomatika kvantové teorie, pravděpodobnostní interpretace, lineární hermitovské operátory, základy operátorové algebry, problém vlastních hodnot a vlastních čísel, diskrétní a spojité spektrum, Heisenbergův princip neurčitosti.
2. **Čisté a smíšené stavy**, popis čistých a smíšených stavů pomocí projektorů a statistického operátoru,
3. **Statistický operátor** a jeho vlastnosti, příklady: statistický operátor dvojhladinového prostředí, Blochův vektor, statistický operátor systému ve stavu termodynamické rovnováhy, koherentního stavu, ideálního laseru, kvantová Liouvillova rovnice. Měření na čistých a smíšených stavech. Redukovaný statistický operátor.
4. **Dynamický vývoj kvantové soustavy**, evoluční operátor, Schrödingerův, Heisenbergův a Diracův (interakční) formalismus popisu vývoje. Heisenbergova pohybová rovnice, Schrödingerova rovnice v interakčním obraze.
5. **Stacionární a nestacionární poruchová teorie**. Feynmanův diagram. Řád poruchového rozvoje. Amplituda pravděpodobnosti přechodu a pravděpodobnost přechodu. Porucha působící v konečném časovém intervalu, konstantní a harmonická porucha. Použitelnost poruchového rozvoje.
6. **Poloklasická teorie interakce kvantové soustavy s klasickým polem**. Bohrova frekvence přechodu, absorpce a emise optického záření atomem.
7. **Kvantový lineární harmonický oscilátor**, kreační a anihilační operátory, operátor počtu kvant, uspořádání bozonových operátorů.
8. **Kvantování elektromagnetického pole**, operátor počtu fotonů, základy kvantové elektrodynamiky, Casimirův efekt, módová hustota, spektrální hustota energie, aplikace na rovnovážné záření – Planckův vyzařovací zákon.
9. **Fockovy a koherentní stavy elektromagnetického pole** a jejich vlastnosti. Jednomódový a mnohomódový popis.
10. **Hamiltonián atomu a nabitě částice v elektromagnetickém poli**, nerelativistické přiblížení. Interakční hamiltoniány.
11. **Diracova teorie interakce kvantovaného elektromagnetického záření s kvantovou soustavou**, Absorpce, spontánní a stimulovaná emise optického záření atomem, srovnání poloklasické a kvantové teorie, Einsteinovy koeficienty.
12. **Kvantová teorie rozptylu**. Účinný průřez rozptylu optického záření atomem. Thompsonův, Rayleighův a Ramanův rozptyl. Rezonanční fluorescence.

13. **Koherentní stavy elektromagnetického pole**, vlastnosti, srovnání, generace koherentních stavů pomocí klasického oscilujícího proudu.
14. **Kvantový popis optického záření**, reprezentace kvantových stavů světla ve fázovém prostoru, Wignerova,  $P$  a  $Q$  kvazidistribuční funkce, Glauber – Sudarshanova  $P$  reprezentace statistického operátoru. Kvantové charakteristické funkce. Optický teorém ekvivalence.
15. **Stavy kvantovaného optického pole a jejich vlastnosti** - Fockův stav, koherentní stav, rovnovážné a tepelné záření, neklasické stavy, stlačené stavy, poissonovské, super a sub poissonovské stavy. Kvantově provázané (entanglované) stavy.
16. **Kvantová teorie detekce**, jedno a mnohoatomový detektor. Fotodetekční rovnice a ftopulzní statistika.
17. **Kvantová teorie koherence**, kvantové korelační funkce, Wienerova-Chinčinova věta, srovnání s klasickou teorií koherence. Zobecněná kvantová teorie koherence vyšších řádů, koherenční vlastnosti zvláštních polí.
18. **Základy kvantové teorie tlumení**, tlumený kvantový lineární harmonický oscilátor v rezervoáru (Heisenbergův-Langevinův přístup) a časový vývoj jeho statistiky, Langevinovy síly a jejich korelace. Teorém ekvivalence fluktuace a disipace. Wienerovo-Weiskopfovo eliminační schéma.
19. **Neklasické měřicí metody** (fotopulsní statistika, intenzitní interferometrie, Brownův-Twissův jev, hvězdný korelační interferometr, korelační spektroskopie). Shlukování a antishlukování fotonů.
20. **Vybrané problémy z moderní kvantové optiky**: problém kvantové fáze, entanglované stavy, EPR paradox, Bellovy nerovnosti, aplikační možnosti - kvantová kryptografie, teleportace, apod.