



## Tematické okruhy ke státní závěrečné zkoušce

Akademický rok: **2025/2026**

Typ studia: **Navazující**

Název programu: **Aplikované vědy v inženýrství**

### Společné okruhy otázek

Mechanický oscilátor, vlastní frekvence a energie mechanického oscilátoru. Vázané oscilátory, vznik mechanického vlnění, Huygensův princip, vlnová rovnice v ideálním plynu. Obecné řešení vlnové rovnice, fázová a grupová rychlost, Dopplerův jev. Šíření zvuku v akustických trubcích, stavové veličiny, Helmholtzův rezonátor. Elektroakustický měnič – obecné vlastnosti, základní principy konstrukce. Akcelerometry.

Vnitřní silové účinky, napětí, přetvoření a deformace v poddajných elastických tělesech. Případy tahu, tlaku, krutu a ohybu. Příklady interpretace víceosé napjatosti. Pevnostní podmínky a mezní stavy napjatosti. Zohlednění vlivu teploty. Dynamika poddajných těles. Materiálové modely poddajných prostředí. Teoretická mechanika poddajného kontinua. Experimentální mechanika.

Technické prostředky pro mnohokanálová měření s vysokou dynamikou a přesností. Zpracování signálu v časové a frekvenční oblasti. Strukturálně-dynamická analýza mechanických soustav. Měření akustických veličin a akustických polí, mapování zdrojů hluku. Měření na rotačních soustavách, měření a vyhodnocení signálů s úhlovou základnou. Měření na soustavách se servopohony. Měření pro matematické modely.

Možnosti prostředí Jupyter notebook. Jazyk Python: elementární typy, list vs. tuple, dictionary, set, koncept proměnných jako nálepek, syntaxe základních příkazů, funkce, poziční a keyword parametry, moduly, pip. Knihovna Numpy: indexování polí, broadcasting při operacích s polí.

### Specializace: Optické a laserové technologie a měření

Rozdělení senzorů – klasické, integrované a inteligentní senzory. Přeměna fyzikálních veličin na elektrický signál. Mikrosenzory a mikromechanika. Konstrukce senzorů. Kalibrace senzorů. Senzory fyzikálních veličin (teplota, tlak, hmotnost, rychlost, zrychlení, ...). Senzory chemických veličin (pH, detekce plynů, ...) a biosenzory. Optické a IR senzory. Magnetické senzory. Senzory pro zabezpečovací systémy. Stabilita, stárnutí a spolehlivost senzorů.

Základy interferometrie, typy interferometrů a jejich užití k měření indexu lomu, délky, polohy a tvarů povrchů. Polarizace světla, metody získání polarizovaného světla, měření polarizačního stavu, měření dvojlomu. Optická mikroskopie, polarizační mikroskop, moderní optické mikroskopické metody. Holografie a holografická interferometrie.

Interference na osamoceně tenké vrstvě – podmínky vzniku, minima a maxima. Metoda „Transfer Matrix“ pro výpočet odezvy soustavy vrstev. Materiály tenkých vrstev – interakce elektromagnetické vlny s materiálem, index lomu, disperze, absorpce. Základní metody depozice tenkých vrstev – principy, vlastnosti, deponované materiály. Metody určení optických vlastností tenkých vrstev. Metody chemické, mechanické a elektrické charakterizace tenkých vrstev.



Princip LDA (Dopplerovský a interferenční model). Dvou a tří složkové LDA, Braggova cela a její využití v LDA. Analýza dat LDA – momentová a spektrální analýza. Faktory ovlivňující LDA měření, limity LDA a systematické chyby. Princip metody Particle image velocimetry – principy záznamu a analýzy PIV obrazů, uspořádání komponent systému. Metody zpracování PIV záznamů. Limity a systematické chyby PIV metody. 3D PIV, microPIV, Time resolved PIV.

Koherentní vs. nekoherentní světlo – časová a prostorová koherence. Principy fungování laseru – stimulovaná emise, populační inverze, rezonátor. Laserové rezonátory – módy rezonátoru, podmínky stability. Typy laserových systémů podle aktivního prostředí a jejich specifika – plynové, pevnolátkové, barvivové a diodové lasery, atd. Aplikace laseru ve vědě – laserová spektroskopie, interferometrie, ultrakrátké pulsy a další. Nelineární optika – konverze vlnové délky laseru, nelineární odezva materiálu.

### **Specializace: Počítačové simulace ve fyzice a technice**

Klasifikace parciálních diferenciálních rovnic. Prostory  $L^2$ ,  $H^1$ . Slabá formulace pro eliptické úlohy, Lax-Milgramova věta a existence řešení, Galerkinova metoda, obecný konečný prvek, konformní P1 a P2 konečné prvky, chyba numerického řešení a její závislost na konečném prvku a vlastnostech řešení. Postup assemblace matice tuhosti a její vlastnosti. Výpočetní sítě a adaptivní metody.

Koncept reprezentativního elementárního objemu (REV) v porézním prostředí. Rovnice a veličiny filtračního proudění – Darcyho zákon. Rovnice advekčně-difúzního transportu, hydrodynamická disperze, Pecletovo číslo. Sdružené úlohy – poroelasticita, vliv hustoty na proudění. Přirozené stopovače – vlastnosti, využití. Terénní měření propustnosti a hydraulických veličin. Formulace a řešení transportně-reakčních úloh, modelové případy chemických reakcí v podzemní vodě.

Fyzikální vlastnosti tekutin; Hydrostatika – síly na ponořené stěny, relativní rovnováha; Základní rovnice mechaniky tekutin; Proudění ideálních kapalin; Proudění vazkých kapalin; Hydraulické ztráty v potrubí; Dynamické účinky proudu kapalin; Laminární a turbulentní proudění; Proudění stlačitelných tekutin; Návrhové a nenávrhové režimy trysek; Základy vnější aerodynamiky – mezní vrstvy, odpor, vztlak.

Koncept zápisu vektorových a tenzorových vztahů s číselnými indexy. Zobecněný Hookeův zákon v izotropním a anizotropním prostředí. Laméovy rovnice, formulace okrajových úloh. Transformace tenzorů v souřadném systému, hlavní směry, grafické znázornění. Energetické metody – princip minima potenciální energie, Castiglianova věta, aplikace na inženýrské úlohy. Pevnostní podmínky. Základní vztahy teorie plasticity.

Zákony bilance a konstituční vztahy v mechanice tekutin. Metoda konečných objemů (MKO), metoda konečných prvků a nespojitá Galerkinova metoda pro lineární rovnici advekce-difúze, časová diskretizace. MKO pro Navier-Stokesovy rovnice na nestruturovaných sítích. Matematické modely v CFD. Výpočetní sítě – typy, vlastnosti, kvalita.