

## **Okruhy otázek z matematiky a fyziky pro přijímací řízení do doktorských studijních programů na FSI**

**Požadavky z matematiky** k přijímací zkoušce do doktorského studia na FSI VUT v Brně  
Obor **Aplikovaná matematika**

1. Diferenciální a integrální počet funkcí jedné proměnné
2. Nekonečné řady
3. Diferenciální a integrální počet funkcí více proměnných
4. Křivkový plošný integrál
5. Základy algebry a základní algebraické struktury
6. Matice, determinanty a soustavy lineárních rovnic
7. Vektorové prostory a základy analytické geometrie
8. Funkce komplexní proměnné
9. Obyčejné diferenciální rovnice a soustavy obyčejných diferenciálních rovnic
10. Numerické metody řešení rovnic a soustavy rovnic
11. Interpolace a aproximace, numerické derivování a integrování
12. Numerické metody řešení diferenciálních rovnic
13. Klasické a moderní metody řešení parciálních diferenciálních rovnic
14. Míra a integrál
15. Metrické, Banachovy a Hilbertovy prostory
16. Lineární operátory a lineární operátorové rovnice
17. Pravděpodobnost a její vlastnosti
18. Náhodná veličina a její charakteristiky
19. Náhodný vektor a jeho charakteristiky
20. Náhodný výběr, bodové a intervalové odhady parametrů, testy statistických hypotéz
21. Regresní analýza
22. Stochastické procesy
23. Optimalizace lineárních a nelineárních úloh
24. Fuzzy množiny

**Požadavky z matematiky** k přijímací zkoušce do doktorského studia na FSI VUT v Brně  
Obor **Strojírenská technologie a Metrologie a zkušebnictví**

1. Matice a determinanty – operace, vlastnosti
2. Soustavy lineárních rovnic – existence a vlastnosti řešení
3. Funkce jedné proměnné – limita, spojitost, derivace, diferenciál, extrém
4. Neurčitý integrál, určitý integrál, nevlastní integrál – vlastnosti, substituce
5. Funkce více proměnných- limita, spojitost, parciální derivace, gradient, diferenciál, extrém
6. Taylorův polynom
7. Fourierovy řady – vlastnosti
8. Obyčejné diferenciální rovnice (ODR) – druhy řešení, analytické metody řešení ODR 1.řádu
9. Podmíněná pravděpodobnost a nezávislé jevy
10. Náhodná veličina – funkční a číselné charakteristiky diskrétních a spojitých náhodných veličin
11. Základní diskrétní rozdělení (Bi, H, Po) a spojitá rozdělení (R, N) – vlastnosti a užití
12. Náhodný vektor – funkční a číselné charakteristiky
13. Náhodný výběr, výběrové charakteristiky, statistický soubor a jeho zpracování
14. Odhady parametrů – bodové a intervalové
15. Testování statistických hypotéz – testy hypotéz o parametrech a rozděleních
16. Regresní analýza – lineární regresní model, odhady, testy hypotéz
17. Řešení soustavy lineárních rovnic – numerické metody, špatná podmíněnost
18. Aproximace a interpolace funkcí jedné proměnné
19. Numerické integrování – základní formule
20. Nepodmíněná optimalizace – základní metody

**Požadavky z matematiky** k přijímací zkoušce do doktorského studia na FSI VUT v Brně  
Obor **Fyzikální a materiálové inženýrství – zaměření Fyzikální inženýrství**

Rudimenty

- Kartézské, polární a sférické souřadnice
- Komplexní čísla
- Rovnice kuželoseček
- Vektory a vektorová algebra
- Funkce – definice funkce, funkce spojitě
- Elementární funkce
- Limita

Diferenciální počet funkcí jedné proměnné

- Derivace, její geometrický a fyzikální význam
- Průběh funkce
- Taylorova řada

Integrální počet funkcí jedné proměnné

- Primitivní funkce
- Výpočet integrálů metodou substituční a per partes
- Riemannův určitý integrál – geometrický a fyzikální význam

Diferenciální počet funkcí více proměnných

- Parciální derivace
- Totální diferenciál – aplikace ve fyzice
- Extrémy a sedlové body
- Diferenciální operátory gradient, divergence, rotace, laplacián – aplikace ve fyzice

Integrální počet více proměnných

- Geometrický a fyzikální význam dvojného a trojného integrálu
- Transformace souřadnic – jakobián
- Křivkový integrál, nezávislost na integrační cestě
- Plošný integrál
- Greenova, Gaussova a Stokesova věta – aplikace ve fyzice

Řady

- Číselné řady – podmínky konvergence
- Řady funkcí
- Fourierovy řady

Analýza v komplexním oboru

- Holomorfní funkce
- Integrál v komplexním oboru
- Taylorovy a Laurentovy řady, teorie reziduí

Diferenciální rovnice

- Obyčejné lineární diferenciální rovnice s konstantními koeficienty
- Systémy obyčejných lineárních diferenciálních rovnic s konstantními koeficienty
- Vlnová rovnice

Algebra

- Systémy lineárních rovnic
- Matice a determinanty
- Polynomy a řešení algebraických rovnic v komplexním oboru
- Grupy

Elementy funkcionální analýzy

- Prostor metrický, vektorový, unitární a hilbertův

- Prostory funkcí
- Ortogonální systémy, ortogonální transformace (Fourierova)

#### Pravděpodobnost a statistika

- Pravděpodobnost
- Náhodná veličina
- Distribuční funkce, hustota pravděpodobnosti
- Základní typy rozdělené pravděpodobnosti: binomické, Poissonovo, normální
- Charakteristiky náhodných veličin a náhodných vektorů: střední hodnota, rozptyl, kovariance
- Bodové a intervalové odhady základních charakteristik

Požadavky z matematiky k přijímací zkoušce do doktorského studia na FSI VUT v Brně

Obor **Fyzikální a materiálové inženýrství – zaměření Materiálové inženýrství**

Přehled partií předmětů Matematiky I, II, III, IV a Numerických metod z prvního stupně magisterského studia - základní znalosti včetně aplikací.

- Matice a determinanty – operace, vlastnosti
  - Soustavy lineárních rovnic- existence a vlastnosti řešení
  - Vektory v prostoru – operace
  - Analytická geometrie v prostoru – lineární útvary
  - Funkce jedné proměnné – limita, spojitost, derivace, diferenciál, extrémy
  - Neurčitý integrál, určitý integrál, nevlastní integrál – vlastnosti, substituce
  - Funkce více proměnných – spojitost, parciální derivace, gradient, diferenciál, extrémy
  - Taylorův polynom
  - Skalární a vektorové pole
  - Křivkový integrál 1. a 2. druhu
  - Funkční a mocninné řady – konvergence, Taylorova řada
  - Fourierovy řady – vlastnosti
  - Obyčejné diferenciální rovnice (ODR) – druhy řešení, analytické metody řešení ODR 1.řádu
  - Lineární ODR vyššího řádu – metody řešení
  - Parciální diferenciální rovnice (PDR) – klasifikace PDR 2.řádu
- 
- Náhodné jevy a jejich pravděpodobnost
  - Podmíněná pravděpodobnost a nezávislé jevy
  - Náhodná veličina – funkční a číselné charakteristiky diskrétních a spojitých náhodných veličin
  - Základní diskrétní rozdělení (Bi, H, Po) a spojitá rozdělení (R, N) – vlastnosti a užití
  - Náhodný vektor – funkční a číselné charakteristiky
  - Náhodný výběr, výběrové charakteristiky, statistický soubor a jeho zpracování
  - Odhady parametrů – bodové a intervalové
  - Testování statistických hypotéz – testy hypotéz o parametrech a rozděleních
  - Regresní analýza – lineární regresní model, odhady, testy hypotéz
- 
- Numerické metody řešení jedné nelineární rovnice a soustav nelineárních rovnic
  - Řešení soustav lineárních rovnic – numerické metody, špatná podmíněnost
  - Aproximace a interpolace funkcí jedné proměnné
  - Numerické integrování – základní formule
  - Nepodmíněná optimalizace – základní metody
  - Numerické metody řešení počátečních problémů ODR 1.řádu a soustav ODR

**Požadavky z matematiky** k přijímací zkoušce do doktorského studia na FSI VUT v Brně  
Obor **Inženýrská mechanika**

1. Funkce jedné reálné proměnné, limita, spojitost, derivace, extrémy, průběh funkce, funkce zadaná implicitně
2. Primitivní funkce, Riemannův integrál
3. Obyčejná diferenciální rovnice, základní typy a jejich řešení
4. Systémy lineárních diferenciálních rovnic prvního a druhého řádu
5. Funkce více reálných proměnných, parciální derivace, derivace ve směru, gradient, divergence, rotace
6. Dvojný a trojný integrál, nezávislost na integrační cestě, potenciál
7. Křivkový integrál, nezávislost na integrační cestě, potenciál
8. Taylorova řada a její použití
9. Fourierova řada a její použití
10. Fourierova transformace, amplitudové a fázové spektrum
11. Konvoluce, filtry typu dolní a horní propust
12. Metrický prostor, úplný metrický prostor, kontrakce, Banachova věta
13. Vektorový prostor, báze, dimenze
14. Prostory funkcí, Hilbertův prostor, ortogonální báze
15. Systémy lineárních rovnic, Gaussova eliminační metoda, iterační metody řešení
16. Matice, vlastní čísla a vektory, determinanty
17. Numerické metody řešení nelineárních rovnic
18. pravděpodobnostní prostor, jev, pravděpodobnost, nezávislost jevů
19. Náhodná veličina, distribuční funkce, pravděpodobnostní funkce
20. Číselné charakteristiky náhodných veličin
21. Základní typy rozdělení diskrétních a spojitých náhodných veličin
22. Lineární regrese
23. Testování statistických hypotéz

**Požadavky z matematiky** k přijímací zkoušce do doktorského studia na FSI VUT v Brně  
Obor **Konstrukční a procesní inženýrství**

Přehled partií předmětů Matematiky I, II, III, IV a Numerických metod z prvního stupně magisterského studia - základní znalosti včetně aplikací.

- Matice a determinanty – operace, vlastnosti
  - Soustavy lineárních rovnic- existence a vlastnosti řešení
  - Vektory v prostoru – operace
  - Analytická geometrie v prostoru – lineární útvary
  - Funkce jedné proměnné – limita, spojitost, derivace, diferenciál, extrémy
  - Neurčitý integrál, určitý integrál, nevlastní integrál – vlastnosti, substituce
  - Funkce více proměnných – spojitost, parciální derivace, gradient, diferenciál, extrémy
  - Taylorův polynom
  - Skalární a vektorové pole
  - Křivkový integrál 1. a 2. druhu
  - Funkční a mocnné řady – konvergence, Taylorova řada
  - Fourierovy řady – vlastnosti
  - Obyčejné diferenciální rovnice (ODR) – druhy řešení, analytické metody řešení ODR 1.řádu
  - Lineární ODR vyššího řádu – metody řešení
  - Parciální diferenciální rovnice (PDR) – klasifikace PDR 2.řádu
- 
- Náhodné jevy a jejich pravděpodobnost
  - Podmíněná pravděpodobnost a nezávislé jevy
  - Náhodná veličina – funkční a číselné charakteristiky diskrétních a spojitých náhodných veličin
  - Základní diskrétní rozdělení (Bi, H, Po) a spojitá rozdělení (R, N) – vlastnosti a užití
  - Náhodný vektor – funkční a číselné charakteristiky
  - Náhodný výběr, výběrové charakteristiky, statistický soubor a jeho zpracování
  - Odhady parametrů – bodové a intervalové
  - Testování statistických hypotéz – testy hypotéz o parametrech a rozděleních
  - Regresní analýza – lineární regresní model, odhady, testy hypotéz
- 
- Numerické metody řešení jedné nelineární rovnice a soustav nelineárních rovnic
  - Řešení soustav lineárních rovnic – numerické metody, špatná podmíněnost
  - Aproximace a interpolace funkcí jedné proměnné
  - Numerické integrování – základní formule
  - Nepodmíněná optimalizace – základní metody
  - Numerické metody řešení počátečních problémů ODR 1.řádu a soustav ODR

## Požadavky z fyziky pro přijímací zkoušky do doktorských studijních programů na FSI VUT v Brně

Požadavky pro přijímací zkoušky z fyziky vycházejí z předpokládané úrovně fyzikálních znalostí studentů magisterského studijního programu „Strojní inženýrství“. Předložené tématické okruhy jsou výběrem základních statí, které jsou nabízeny v předmětech „Fyzika I“ a „Fyzika II“. Podpůrnou literaturou k připomenutí nebo osvojení těchto znalostí je vysokoškolská učebnice David HALIDAY – Robert RESNICK – JEARL WALKER: „FYZIKA“, vydaná Vysokým učením technickým v Brně – Nakladatelství VUTIUM a PROMETHEUS Praha v roce 2000. Podle systému přijímacího řízení se zkoušky předpokládají buďto ústní, nebo písemné, ale vždy z témat, která jsou vymezena níže uvedeným schématem. Při ústních zkouškách je snaha zkoušejících formulovat konkrétní otázky tak, aby souvisely se zadáním disertační práce, což ještě výrazně snižuje rozsah požadavků.

<b>Obor doktorského studia</b>	<b>Požadavky tématických okruhů</b>
Konstrukční a procesní inženýrství	1 - 7, 9, 16
Strojírenská technologie	1 - 7, 9, 13, 15
Fyzikální a materiálové inženýrství (pouze pro zaměření materiálové inženýrství)	1 - 15
Inženýrská mechanika	1 - 15
Matematické inženýrství	1 - 14
Metrologie a zkušebnictví	1 - 15
Soudní inženýrství	1 - 6, 9, 12, 13

### **Tématický okruh 1**

Fyzikální veličiny a jejich jednotky. Základní veličiny a odvozené veličiny. Vektorové a skalární veličiny. Rozměr veličiny. Jednotky SI a jejich dekadické násobky a díly: základní jednotky, odvozené jednotky včetně doplňkových jednotek, předpony SI, jednotky užívané spolu s SI.

### **Tématický okruh 2**

Kinematika hmotného bodu. Význam zavedení hmotného bodu a popisu jeho pohybu. Trajektorie. Rychlost: střední, okamžitá. Zrychlení. Příklady pohybů. Zrychlení při křivočarém pohybu (tečná složka, normálová složka). Kruhový pohyb (úhlová dráha, úhlová rychlost, úhlové zrychlení).

### **Tématický okruh 3**

Dynamika. Dynamické principy mechaniky: První Newtonův zákon (zákon setrvačnosti). Druhý Newtonův zákon (zákon síly). Třetí Newtonův zákon (zákon akce a reakce). Typy interakcí (se zaměřením pouze na gravitační a elektromagnetické). Síly: pružné, tření (smykové, valivé, odpor prostředí vyjádřený Stokesovým vztahem resp. Newtonovým vztahem). Setrvačné síly. Neinerciální soustava souřadnic. Odstředivá setrvačná síla. Zákony zachování: Zákon zachování mechanické energie (kinetická energie, práce, výkon, konzervativní síly, potenciální energie ve vnějším poli sil). Zákon zachování momentu hybnosti.

### **Tématický okruh 4**

Mechanika tuhého tělesa. Pohyb tuhého tělesa. Pohyb těžiště tuhého tělesa. Rotace tělesa kolem pevné osy. Analogie vztahů pro otáčivý pohyb tělesa a postupný pohyb hmotného bodu. Rovnováha tělesa. Ráz těles. Impuls síly. Koeficient restituice.

### **Tématický okruh 5**

Kmity. Harmonické kmity. Energie harmonického oscilátoru. Tlumené kmity. Vynucené kmity, rezonance.

### **Tématický okruh 6**

Vlny. Vlny příčné a podélné. Postupné vlny, rychlost postupných vln. Energie a výkon přenášené vlnou. Princip superpozice. Interference vln. Difrakce vln, Stojaté vlny. Vlnové rezonátory. Dopplerův jev.

Zvuk a jeho vlastnosti. Vlnová rovnice a rychlost šíření akustických vln. Špičkové, střední a efektivní hodnoty akustických veličin. Energetické hodnocení akustického pole. Akustická spektra a analýza zvuku. Hladiny v akustice a decibelové stupnice.

Digitální metody analýzy spektra. Digitální Fourierova transformace a FFT. Praktické využití FFT pro kmitočtovou analýzu.

### **Tématický okruh 7**

Teplota a teplo. Měření teploty. Teplotní roztažnost. První zákon termodynamiky. Ideální plyny a zákonitosti, kterými se řídí. Vratné a nevratné děje. Druhý zákon termodynamiky. Entropie kolem nás. Carnotův cyklus. Účinnost reálných motorů. Třetí zákon termodynamiky.

### **Tématický okruh 8**

Elektrický náboj. Coulombův zákon. Elektrické pole bodového náboje. Bodový náboj v elektrickém poli. Elektrický potenciál, napětí. Kapacita. Kondenzátory. Dielektrika. Energie elektrického pole.

### **Tématický okruh 9**

Elektrický proud a odpor. Elektrický proud. Elektrický odpor. Ohmův zákon. Výkon v elektrických obvodech. Práce, energie a elektromotorické napětí. Výpočet proudu v jednoduchém obvodu. Napětí v obvodech. Ampérmetr a voltmetr. Elektrické vlastnosti pevných látek: izolátory, vlastní a nevlastní polovodiče. Diodový usměrňovač, LED dioda.

### **Tématický okruh 10**

Magnetické pole. Magnetická indukce. Pohyb nabitě částice v magnetickém poli. Ampérova síla. Moment síly působící na proudovou smyčku. Magnetický dipól. Magnetické pole elektrického proudu. Ampérův zákon. Magnetické pole v látkách: diamagnetismus, paramagnetismus, feromagnetismus.

### **Tématický okruh 11**

Elektromagnetická indukce. Faradayův zákon elektromagnetické indukce. Indukované elektrické pole. Cívka a indukčnost. Energie magnetického pole. Vzájemná indukčnost.

### **Tématický okruh 12**

Geometrická optika. Odraz a lom. Úplný odraz. Vlákenná optika. Zobrazení zrcadlem. Zobrazení čočkou. Optické přístroje: lupa, mikroskop, dalekohled. Disperze světla. Hranolový spektrometr.

### **Tématický okruh 13**

Elektromagnetické vlny. Světlo jako elektromagnetická vlna. Přenos energie a Poyntingův vektor. Polarizace světla. Interference světla. Youngův interferenční pokus. Koherence světla. Intenzita při interferenci světla ze dvou bodových zdrojů. Interference světla na tenké vrstvě. Antireflexní vrstvy. Michelsonův interferometr. Přesné odměřování délek. Kontrola kvality povrchů. Difrakce světla. Difrakční mřížka. Rentgenová difrakce.

### **Tématický okruh 14**

Fotony a de Broglieho vlny. Fotoelektrický jev. Světelné vlny a fotony (hybnost a energie fotonů). Rentgenové záření. Částice a vlny hmoty. (Schrödingerova rovnice.) Heisenbergův princip neurčitosti. Tunelový jev. Stavba atomu. Atom vodíku. Kvantování fyzikálních veličin.

**Tématický okruh 15**

Struktura pevných látek. Amorfni pevné látky. Iontové krystaly. Kovalentní krystaly. Van der Waalsovy síly. Kovová vazba. Pásová teorie pevných látek (kovy, izolátory, polovodiče). Kontaktní a termoelektrické jevy. Metody studia pevných látek (optická mikroskopi, spektrální analýza, rentgenová difrakografie, elektronová mikroskopie, hmotnostní spektroskopie).

**Tématický okruh 16**

Jaderná fyzika. Radioaktivní rozpad. Jaderné štěpení. Jaderný reaktor. Termojaderná syntéza.