**STÁTNÍ RIGORÓZNÍ ZKOUŠKA V OBORU**

**FYZIKÁLNÍ MĚŘENÍ A MODELOVÁNÍ**

**Povinná část:**

**Teoretická fyzika**

Níže uvedené okruhy výrazně převyšují požadavky na standardní znalosti v magisterských kursech na PřF UHK. Při zkoušce nebudou vyžadovány znalosti ze všech níže uvedených oblastí. Obsah zkoušky bude upřesněn po předchozí konzultaci adepta s komisí.

1. **Teoretická mechanika** 
   1. Lagrangeův formalismus: vazby, diferenciální principy mechaniky (statická rovnováha soustavy, princip virtuální práce, dynamická rovnováha, d’Alemberův princip), Lagrangeovy rovnice 1. druhu, Lagrangeova funkce, Lagrangeovy rovnice 2. druhu, zákony zachování (cyklické souřadnice, Věta Noetherové)
   2. Hamiltonův formalismus: Hamiltonův princip, Hamiltonovy kanonické rovnice, Poissnovy závorky, kanonické transformace, Hamiltonova-Jacobiho teorie.
   3. Mechanika tuhého tělesa: Popis rotace tuhého tělesa, tenzor setrvačnosti, Eulerovy dynamické rovnice, aplikace mechaniky tuhého tělesa
   4. Mechanika kontinua: tenzor deformace, tenzor napětí, zobecněný Hookeův zákon. Dynamické rovnice kontinua.
   5. Mechanika tekutin: rovnice kontinuity, Navier-Stokesovy rovnice, Archimedův a Pascalův zákon, Bernoulliho rovnice, laminární a turbulentní proudění.
2. **Teorie elektromagnetického pole a speciální teorie relativity**
   1. Maxwellovy rovnice v integrálním a v diferenciálním tvaru, fyzikální význam hlavních a vedlejších M. rovnic, Maxwellův proud, materiálové vztahy, okrajové podmínky pro řešení. Zavedení elektromagnetických potenciálů, smysl kalibrační transformace.
   2. Zákon zachování energie, Poyntingův vektor. Hustota energie a hustota hybnosti v elektromagnetickém pol. Kirchhoffovy zákony. Odvození vlnové rovnice z Maxwellových rovnic a její základní řešení.
   3. Speciální teorie relativity: Lorentzova transformace, kontrakce délek, dilatace času, skládání rychlostí. Relativistická hmotnost, hybnost. Vztah mezi energií a hmotností.
   4. Relativistická elektrodynamika: Minkovského formalismus. Čtyřpotenciál a tenzor elektromagnetického pole. Tenzorový tvar Maxwellových rovnic. Variační princip pro pole. Odvození Maxwellových rovnic z variačního principu.
3. **Kvantová mechanika**
   1. Formalismus KM: Hilbertův prostor, lineární operátory, samosdružené operátory, vlastní čísla a vlastní vektory. Základní postuláty KM, relace neurčitosti.
   2. Operátor polohy, hybnosti, momentu hybnosti a Hamiltonián. Schroedingerova rovnice. Řešení jednoduchých systémů: volná částice, potenciálová jáma, lineární harmonický oscilátor
   3. Atom vodíku: řešení Schroedingerovy rovnice pro částici v coulombickém poli. Kvantová čísla atomu vodíku.
   4. Časový vývoj v Schroedingerově a Heisenbergově obraze. Gaussovský vlnový balík a jeho časový vývoj.
   5. Úvod do teorie rozptylu: pravděpodobnost odrazu a průchodu potenciálovou bariérou. Účinný průřez rozptylu.
   6. Smíšené stavy a matice hustoty. Stopa, čistý stav, časový vývoj.
   7. Stacionární poruchová teorie pro degenerované a nedegenerované stavy. Ritzův variační princip.
   8. Systémy více identických částic. Bosony a fermiony. Atom helia. Fockův prostor, kreační a anihiliační operátory. Hartreeho-Fockovy rovnice.
4. **Základy obecné teorie relativity**
   1. Princip ekvivalence a obecný princip relativity. Zakřivený prostoročas.
   2. Einsteinův gravitační zákon. Schwazschildovo řešení Einsteinových rovnic. Černé díry.
   3. Kosmologické důsledky Einsteinova gravitačního zákona.

**Literatura pro studium**

1. M. Brdička, A. Hladík: Teoretická mechanika, Academia, Praha, 1987.
2. H. Goldstein, C. Poole, J. Safko: Classical Mechanics, Addison Wesley, San Francisco, 2002.
3. L. D. Landau, E. M. Lifšic: Mechanika, Fizmatgiz, Moskva, 1958.
4. Vybíral B.: Základy teoretické mechaniky (1. - 3. díl). Gaudeamus, Pedagogická fakulta Hradec Králové 1992.
5. Kvasnica, J.: Teorie elektromagnetického pole. Academia, Praha 1985.
6. Landau, L. D., Lifšic, E. M.: Teorija polja. Nauka, Moskva 1973.
7. Møller, C.: The Theory of Relativity. Oxford University Press, Oxford 1969.
8. Vybíral, B.: Teorie elektromagnetického pole. Pedagogická fakulta, Hradec Králové 1984.
9. Vybíral, B.: Teorie relativity a gravitace. Gaudeamus, Hradec Králové 2008.
10. J. Formánek: Úvod do kvantové teorie, Academia, 1983, 2004.
11. P. Cejnar: A Condensed Course of Quantum Mechanics, Karolinum, 2013.
12. L. Dvořák: Obecná teorie relativity a moderní fyzikální obraz vesmíru, SPN, 1984.

**Povinně volitelná část:**

**Teorie vzdělávání ve fyzice**

1. Cíle a obsah výuky fyziky: obecné a specifické cíle, rámcové vzdělávací programy, taxonomie cílů výuky fyziky, vymezování výukových cílů, školní vzdělávací progam.
2. Didaktické principy ve výuce fyziky.
3. Metody výuky fyziky: různá kritéria pro klasifikaci metod výuky.
4. Pokusy ve výuce fyziky: funkce, typy a fáze pokusů.
5. Metodika řešení fyzikálních úloh: přínos řešení úloh pro učení žáků, typy úloh, strategie řešení, tvorba úloh.
6. Organizační formy výuky fyziky
7. Didaktické prostředky: učební pomůcky, didaktická technika, výukové prostory a zařízaní
8. Diagnostika fyzikálních vědomostí: funkce hodnocení ve škole, kritéria podmínek pro hodnocení, slovní hodnocení a klasifikace žáků
9. Didaktické testy
10. Příprava učitele na hodinu fyziky
11. Integrované vyučování přírodním vědám
12. Prekoncepty a diskoncepty žáků ve výuce fyziky
13. Učebnice fyziky
14. Modelování ve školské fyzice, zájmová činnost a rozvoj talentů.

**Literatura pro přípravu:**

1. Kašpar, E. a kol.: Didaktika fyziky (obecné otázky). 1. vyd., Praha, SPN, 1978.
2. Kašpar, E.: Kapitoly z didaktiky fyziky I, 1. vyd., Praha, SPN, 1960.
3. Kašpar, E.: Kapitoly z didaktiky fyziky II, 1. vyd., Praha, SPN, 1963.
4. Svoboda, E., Kolářová, R.: Didaktika fyziky základní a střední školy. Učební texty

vydané UK Praha, 2006.

1. Lepil, O., Svoboda, E.: Příručka pro učitele fyziky na střední škole. Prometheus

Praha, 2006.

1. Fenclová, J.: Didaktické myšlení a jednání učitele fyziky. SPN Praha, 1984.
2. Mandíková, D., Trna, J.: Žákovské nekoncepce ve výuce fyziky. Paido, Brno, 2011.
3. Svoboda, E. a kol.: Kapitoly z didaktiky odborných předmětů. ČVUT Praha, 2004.
4. Volf, I.: Metodika řešení úloh ve středoškolské fyzice. Gaudeamus Hradec Králové, 1997.
5. Chráska, M.: Didaktické testy. Paido Brno, 1999.
6. Slavík, J.: Hodnocení v současné škole. Portál Praha, 1999.
7. Pasch, M. a kol.: Od vzdělávacího procesu k vyučovací hodině. Portál Praha, 1998.

**Metody výzkumu ve fyzice**

1. Předmět zkoumání fyziky. Charakter základního a aplikovaného výzkumu. Dělení fyziky podle metod zkoumání.
2. Obecné cíle výzkumu, motivace k výzkumu, význam výzkumu
3. Fáze výzkumu (výběr tématu, definice problému, literární rešerše, formulace aktuálního stavu poznání v tématu, formulace hypotéz, design výzkumu, vlastní výzkum, analýza dat, interpretace výsledků)
4. Formy prezentování výsledků výzkumu: poster, orální vystoupení, vědecký článek.
5. Empirické metody: pozorování a experiment, fyzikální měření
6. Analýza a syntéza ve fyzice
7. Dedukce ve fyzice - příklady
8. Indukce ve fyzice – příklady
9. Simulace a modelování ve fyzice

**Literatura pro přípravu:**

1. Rajasekar, S., Philominathan, P., Chinnathambi, V.: Research methodology, arXiv preprint physics/0601009
2. Mechlová, E.: Didaktika fyziky 1, OU Ostrava, 2004.
3. Molnár, Z. a kol: Metody vědecké práce, Profess Consulting Praha, 2012.

**Historie a filozofie fyziky**

1. Člověk a příroda: co je fyzika, vývoj fyziky, základní pojmy filozofie přírody
2. Počátky filozofie: pojetí přírody v antice (Aristotelova fyzika, filosofické předpoklady řecké kosmologie)
3. Kopernikánská revoluce: předpoklady pro revoluci, Kusánský, Koperník, Kepler, Bruno
4. Galileo Galilei a jeho přínos pro změnu fyzikální zkušenosti
5. Descartes – metodologický zakladatel novověké vědy a filozofie
6. Newton – newtonovská fyzika a chápání času
7. Novověký empirismus a skepticismus
8. Whiteheadova filozofie přírody – alternativní přístup
9. Stará fyzika: starý východ, řecká věda, středověk a renezance
10. Klasická fyzika: vývoj od 17. do konce 20. století (dynamika, elektromagnetismus, světlo a teplo),
11. Moderní fyzika: kořeny nové fyziky (Planck, Einstein), modely atomu, jádro a částice, relativistická fyzika
12. Kritika a obhajoba novověkého chápání vědy: filozofie přírody ve 20. století

**Literatura pro přípravu:**

1. Štoll I.: Dějiny fyziky, Prometheus, Praha, 2009.
2. Mechlová E., Smyček, P.: Dějiny předklasické fyziky, OU Ostrava, 2003.
3. Fajkus, B.: Filosofie a metodologie vědy. Academia Praja, 2005.
4. Gajdoš, E.: Studijní materiály k přednášce Metody ve vědě, online.