

OTÁZKY KE STÁTNÍ ZÁVĚREČNÉ ZKOUŠCE
BAKALÁŘSKÉHO STUDIA
OBECNÁ FYZIKA A MATEMATICKÁ FYZIKA
Verze 3 ze dne 9.9.2009

1. Obecná fyzika, mechanika a molekulová fyzika

Mechanika hmotného bodu. Klasifikace pohybů, trajektorie, rychlost, normálové a tečné zrychlení. Newtonovy pohybové zákony, impulz a hybnost. Práce, energie, výkon, zákony zachování. Srážky a rázy, tření.

Mechanika tuhého tělesa. Translace a rotace tuhého tělesa, vnitřní a vnější síly, těžiště, rovnováha. Moment síly, moment hybnosti, moment setrvačnosti, Steinerova věta, rotační energie, pohybová rovnice. Pevnost a pružnost těles, deformace v tahu, tlaku, smyku a torzi.

Gravitace. Sluneční soustava, Keplerovy zákony, Newtonův gravitační zákon, intenzita, potenciální energie a potenciál, siločáry, ekvipotenciální plochy, kosmické rychlosti, volný pád, šikmý vrh.

Mechanika tekutin. Tlak, Pascalův zákon, vztlaková síla, Archimédův zákon. Stlačitelnost kapalin a plynů, rovnice kontinuity ustáleného toku tekutiny, Bernoulliova rovnice. Laminární a turbulentní proudění, viskozita tekutin, Poisseuilleův zákon a Stokesův zákon. Povrchové napětí, tlak pod zakřiveným povrchem kapaliny, kapilární jevy.

Mechanické kmity. Kmity volné a tlumené - pohybové rovnice a jejich řešení. Nucené harmonické kmity, rezonance. Matematické a fyzické kyvadlo. Superpozice harmonických kmitů, spřažené oscilátory.

Mechanické a akustické vlny. Postupná vlna podélná a příčná, rovinná a sférická vlna, Huygensův princip, odraz a lom. Vlnová rovnice, harmonická vlna, amplituda, fáze, frekvence, vlnová délka. Dopplerův jev, superpozice harmonických vln, disperze, grupová a fázová rychlost. Stojaté vlny, rezonátor, módy.

Teplota a teplo. Tepelný stav těles, teplota a její měření. Teplotní roztažnost tuhých a kapalných látek. Teplotní roztažnost a rozpínavost plynů, Gay-Lussacův a Charlesův zákon, stavová rovnice plynů, absolutní teplota. Teplo a tepelná kapacita látky. Šíření tepla vedením, prouděním a sáláním.

Kinetická teorie plynů, princip molekulárního chaosu, základní rovnice pro tlak plynu, věta o ekvipartici, vnitřní energie ideálního plynu. Maxwellův zákon pro rozložení rychlostí molekul plynů. Střední volná dráha molekuly, reálné plyny, rovnice van der Waalsova, Joule-Thomsonův jev.

Fázové přechody. Tání, tuhnutí, vypařování, kondenzace a sublimace látek, skupenská tepla. Clausiova-Clapeyronova rovnice a její důsledky. Syté páry, přehřáté páry, vlhkost vzduchu, kritický stav, trojný bod a fázové diagramy.

Termodynamika. Termodynamický systém, vnitřní energie, termodynamické věty, první věta termodynamiky pro ideální plyn. Děje v ideálním plynu (samovolné, umělé, vratné a nevratné termodynamické děje). Entropie a termodynamické potenciály.

Teoretická mechanika a obecné principy mechaniky. Princip virtuální práce, Lagrangeovy rovnice, Hamiltonův princip, integrály pohybu. Hamiltonovy kanonické rovnice. Mechanika kontinua, tenzor napětí, tenzor deformace, pohybové rovnice tekutin.

Relativistická mechanika. Vztažné soustavy, soustavy inerciální a neinerciální, Galileova transformace, setrvačné síly, Einsteinovy postuláty, Lorentzova transformace a její důsledky, Minkowského metrika prostoročasu, hmotnost, hybnost a energie.

Doporučená literatura:

1. J. Bajer: Mechanika 1-3, Chlup.net Olomouc 2007
2. J. Tillich: Klasická mechanika, UP Olomouc 1983
3. D. Halliday, R. Resnick, J. Walker: Fyzika, Vutium Brno 2001
4. J. Kvasnica, A. Havránek, P. Lukáč, B. Sprušil: Mechanika, Academia Praha 1988
5. J. Horský, J. Novotný, M. Štefáník: Mechanika ve fyzice, Academia Praha 2001
6. I. G. Main: Kmity a vlny ve fyzice, Academia Praha 1990
7. E. Svoboda, R. Bakule: Molekulová fyzika, Academia Praha 1992
8. V. Votruba: Základy speciální teorie relativity, Academia Praha 1969

2. Elektřina, magnetismus, vlnová a paprsková optika

Elektrostatické pole ve vakuu - Zákon Coulombův a jeho aplikace. Popis elektrostatického pole, intenzita, elektrický potenciál, napětí, potenciální energie, siločáry a ekvipotenciální plochy. Gaussova elektrostatická věta a její aplikace. Elektrické pole nabitého vodiče, elektrostatická indukce, kapacita osamoceného vodiče.

Elektrostatické pole v dielektriku - polarizace dielektrika, vektor polarizace, dielektrická susceptibilita a relativní permitivita. Vektor elektrické indukce, zobecněná Gaussova věta. Vektory E a D na rozhraní dvou dielektrik. Dielektrické materiály a jejich využití. Energie elektrostatického pole.

Ustálený stejnosměrný elektrický proud. Elektrický proud a hustota proudu. Ohmův zákon v diferenciálním a integrálním tvaru. Odpor a vodivost vodičů. Elektromotorické napětí. Kirchhoffovy zákony, elektrický obvod.

Práce a výkon elektrického proudu. Vedení ustáleného elektrického proudu v kovech, v elektrolytech, v plynech a ve vakuu. Vedení elektrického proudu v polovodičích. Fyzikální principy moderních elektronických prvků (polovodičové diody, tranzistory, MOS struktury, integrované obvody, měniče tepelné a světelné energie na energii elektrickou).

Stacionární magnetické pole. Vektor magnetické indukce a magnetické intenzity. Magnetický indukční tok. Laplaceův zákon a jeho užití pro výpočet magnetického pole kolem proudovodičů. Síly působící v magnetickém poli na pohybující se elektrický náboj a na el. proud ve vodiči. Vliv prostředí na magnetické pole.

Elektromagnetická indukce. Faradayův zákon elektromagnetické indukce, Lenzovo pravidlo. Vlastní a vzájemná indukčnost vodičů. Vznik a vlastnosti střídavého elektrického proudu, základní obvody střídavého elektrického proudu a jejich řešení. Výkon střídavého proudu, transformace střídavého proudu.

Kmitavé obvody, vznik elektromagnetických vln, Maxwellovy rovnice a jejich fyzikální interpretace. Šíření harmonických elektromagnetických vln ve vakuu a v homogenním izotropním dielektriku. Rezonanční obvody.

Maxwellova teorie elektromagnetického pole. Maxwellovy rovnice, základní charakteristiky elektromagnetického pole ve vakuu a v látkovém prostředí. Elektrostatické a magnetostatické pole. Stacionární a nestacionární pole.

Elektromagnetické vlny. Elektromagnetické vlny v bezztrátovém a ztrátovém prostředí. Šíření vln v anizotropním prostředí. Ohyb, odraz a lom vln na rozhraní dvou prostředí.

Optické záření, vlastnosti a využití UV, viditelného a IR záření, zdroje nekoherentního záření. Rozdělení optických prostředí, vlastnosti a využití anizotropních materiálů. Fázová a grupová rychlost, metody měření indexu lomu. Rozptyl, absorpce a disperze, vznik duhy, princip spektrálních přístrojů. Průchod světla rozhraním dielektrik, zákon lomu a odrazu, speciální případy Fresnelových vztahů.

Paprsková představa světla, Fermatův princip, eikonálová a paprsková rovnice a jejich použití, šíření paprsků nehomogenním prostředím, atmosférická refrakce a fata morgána, gradientní optika. Průchod paprsků nezobrazovacími optickými prvky (optický klín, hranol, vlákno). Princip, základní pojmy a použití paraxiálního zobrazování, metody měření ohniskové vzdálenosti. Omezení paprsků v optických systémech, základní optické přístroje (lupa, mikroskop, dalekohled).

Základní pojmy teorie koherence, podmínky interference světla, prostorová a časová koherence. Dvousvazková interference, interferenční zákon, Youngův pokus, určení stupně prostorové koherence a koherenční délky. Využití dvousvazkové interference v metrologii, základní typy interferometrů. Princip a využití mnohosvazkové interference, reflexní a antireflexní vrstvy. Princip a využití optické holografie.

Ohyb světla, rozdělení ohybových jevů, projevy Fraunhoferova ohybu světla na štěrbině a kruhovém otvoru. Důsledky ohybu světla, rozlišovací mez optických přístrojů, využití ohybu světla na mřížce. Využití Fourierovy transformace pro popis šíření a ohybu světla, optická realizace Fourierovy transformace, princip a praktické provedení prostorové filtrace světla.

Polarizace světla, základní polarizační stavy, polarizační elipsa, Jonesův vektor. Metody vytváření polarizovaného světla (odraz, dvojlom, dichroismus, rozptyl), optická aktivita látek. Malusův zákon, využití optických polarizačních prvků.

Radiometrie a fotometrie. Základní radiometrické a fotometrické veličiny a jejich vztahy. Jednotky radiometrických a fotometrických veličin, fotometrická měření. Základy detekce a dozimetrie ionizujícího záření.

Fyzikální základy fotoniky, lasery, zdroje a detektory. Základy statistické a fotonové optiky, nelineární optiky, elektrooptiky a akustooptiky, optického sdělování, holografie a optického zpracování informace, vlnovodné, vláknové a integrované optiky.

Doporučená literatura:

1. Zámejský, J.: Elektřina a magnetismus, Vydavatelství UP, Olomouc 2002
2. Halliday, D., Resnick, R., Walker, J. : Fyzika, část 3, VUTIUM Brno, Prométheus 2000.
3. Sedlák, B., Štoll, I.: Elektřina a magnetismus, Praha Carolinum 1993.
4. Čičmanec, P.: Elektrina a magnetismus, SNTL Praha, 1980
5. Kuběna, J.: Úvod do optiky. Skripta MU v Brně, 1994.
6. Halliday, D. – Resnick, R. – Walker, J.: Fyzika, část 4, Optika, VUTIUM Brno, Prométheus 2000.
7. Saleh E. A. B. - Teich M. C., Základy fotoniky, I, II, Matfyzpress 1994.
8. Štrba, A.: Všeobecná fyzika 3 - Optika, Alfa Bratislava a SNTL Praha, 1980.
9. Fuka, J. - Havelka, B.: Optika, SNP Praha, 1961.
10. Pospíšil, J.: Základy optiky I (část A a B). Skriptum UP v Olomouci, 1983.
11. Pospíšil, J.: Základy vlnové optiky (část A a B). Skriptum UP v Olomouci, 1990.
12. Ponec, J.: Úvod do vlnové a paprskové optiky, Skriptum UP v Olomouci, 1991.
13. Malý, P. : Optika , Karolinum, 2008.

3. Základy fyziky kond. látek, kvantová a statistická fyzika

Základní experimenty kvantové mechaniky, de Brogliho vlnová délka, Stern-Gerlachův experiment, záření absolutně černého tělesa, fotoefekt. Základní konstanty a veličiny mikrosvěta, Planckova konstanta, Bohřův poloměr, Comptonova vlnová délka, Bohřův magneton.

Základní pojmy kvantové mechaniky, reprezentace fyzikálních veličin, kvantový stav a operátory, superpozice stavů a interference.

Měření v kvantové mechanice, statistická interpretace, kompatibilní a nekompatibilní měření, relace neurčitosti.

Dynamika kvantových systémů. Stacionární a časově závislá Schrödingerova rovnice, hustota toku pravděpodobnosti, stacionární stavy. Heisenbergovy pohybové rovnice.

Řešení pro jednoduché kvantové systémy, potenciálová jáma, harmonický oscilátor, spin a dvouhladinový model kvantového systému. Příklady: laser, maser a NMR.

Schrödingerova rovnice pro atom vodíku, centrifugální potenciál, separace proměnných, kvantová čísla, spin, elektronové konfigurace, soustava prvků.

Symetrie v kvantové mechanice, zákony zachování. Identické částice, rotace, operátor parity a operátor permutace.

Statistická mechanika a statistický smysl termodynamických zákonů. Fázový prostor, pravděpodobnost rozdělení, Maxwellův-Boltzmannův rozdělovací zákon, rychlost molekul.

Mikrokanonický, kanonický a grandkanonický statistický soubor, partiční funkce.

První princip termodynamiky, entropie, druhý princip termodynamiky. Termodynamické potenciály. Souvislost mezi statistickými a termodynamickými veličinami.

Základní pojmy kvantové statistiky. Bose-Einsteinův rozdělovací zákon. Fermi-Diracův rozdělovací zákon. Záření absolutně černého tělesa. Planckův zákon.

Elektronový obal atomu. Základní modely atomů a jejich elektronová struktura. Atomová spektra a jejich vlastnosti. Rentgenové záření. Mendělejevův periodický systém prvků.

Jádro atomu. Základní parametry a modely jádra atomu, jaderné síly, mezonové pole, silné a elektromagnetické interakce. Typy jaderných reakcí (mono a binukleární), účinný průřez, energetická bilance jaderných procesů. Přirozená a umělá radioaktivita.

Doporučená literatura:

1. J. Formánek, Úvod do kvantové teorie, Academia 1983.
2. J. J. Sakurai, Modern Quantum Mechanics, Addison Wesley 1994.
3. Beiser. A.: Úvod do moderní fyziky. Academia Praha, 1975.
4. Kvasnica J.: Statistická fyzika, SNTL Praha, 1983.
5. Davidov A. S.: Kvantová mechanika, SPN 1978.
6. Čulík F., Noga M.: Úvod do štatistickej fyziky a termodynamiky, ALFA Bratislava, 1982.
7. Úlehla, I. - Suk, M. - Trka, Z.: Atomy, jádra, částice. Academia Praha, 1990.

4. Rovnice matematické fyziky

Pojem funkce, limita funkce, derivace funkce, extrémy funkce, mocninné řady, primitivní funkce, určitý integrál. Výpočet ploch, objemů, délek, tečen, těžiště, momentů setrvačnosti.

Funkce více proměnných, parciální derivace, extrémy funkce více proměnných; gradient, divergence, rotace a jejich aplikace, Gauss-Ostrogradského a Stokesova věta. Základní vzorce z analytické geometrie, rovinné trigonometrie, stereometrie a planimetrie.

Vektory, skaláry, tenzory, vektorové prostory, báze, skalární součin, vektorový součin, transformace souřadnic, lineární zobrazení. Základní tenzory ve fyzice, tenzor setrvačnosti, tenzor napětí a deformace, metrický tenzor, ...

Matice, vlastní čísla a vlastní vektory, charakteristický polynom matice, ortogonální a unitární matice; lineární operátory, spektrum operátoru. Kvadratické formy, diagonalizace, kuželosečky a kvadriky. Determinanty, řešení soustav lineárních rovnic.

Obyčejné diferenciální rovnice a jejich soustavy. Řešení rovnic prvního řádu metodou separace proměnných, Lagrangeovou metodou variace konstant, pomocí Laplaceovy transformace. Lineární diferenciální rovnice s konstantními koeficienty. Řešení nehomogenních rovnic. Lineární a nelineární kmity ve fyzice, sprzęžené oscilátory.

Algebra komplexních čísel, funkce komplexní proměnné, holomorfní funkce, Cauchyho integrální věta, residuová věta; Fourierovy řady, Fourierova transformace a její aplikace. Fázory ve fyzice, konformní zobrazení v hydrodynamice.

Náhodný jev, náhodná veličina, rozdělení diskrétních a spojitých náhodných veličin, charakteristická funkce, momenty a kumulanty. Statistické vyhodnocení experimentálních dat.

Parciální diferenciální rovnice, klasifikace kvazilineárních PDR druhého řádu, typy úloh dle počátečních a okrajových podmínek. PDR ve fyzice: vlnová rovnice, Helmholtzova rovnice, Laplaceova rovnice, Maxwellovy rovnice, Eulerova rovnice, Navier-Stokesova rovnice, Schroedingerova rovnice, rovnice vedení tepla, rovnice difúze

Vlnová rovnice a její řešení, d'Alembertův vzorec, odraz vln, řešení PDR metodou separace proměnných, řešení užitím Fourierovy transformace.

Harmonické funkce, princip maxima. Numerické metody řešení parciálních diferenciálních rovnic, metoda sítí, metoda konečných prvků. Výpočet gravitačního, elektrického a magnetického pole ze zdrojů pole.

Doporučená literatura:

1. Čihák, P. a kol., Matematická analýza pro fyziky (V), matfyzpress, Praha 2003.
2. Dont M., Úvod do parciálních diferenciálních rovnic, ČVUT Praha 2008.
3. Franců, J., Parciální diferenciální rovnice, CERM, Brno 2003.
4. Rektorys K.: Přehled užití matematiky I. a II., Prométheus, Praha 2000.