

SZZ Obecná fyzika (SLO/SZZOF)

MMF, EMG, AJF, OPA, ZKM

- Mechanika hmotného bodu (základní veličiny charakterizující pohyb, klasifikace pohybů, Newtonovy pohybové zákony, síla, impuls, hybnost, energie).
- Soustava hmotných bodů, tuhé těleso (těžiště soustavy hmotných bodů, zákon zachování hybnosti, rázy, dynamika dokonale tuhého tělesa, moment setrvačnosti, Steinerova věta).
- Gravitační pole (Keplerovy zákony, Newtonův gravitační zákon, intenzita a potenciál gravitačního pole, pohyb v gravitačním poli).
- Statika tekutin (Pascalův zákon, Archimédův zákon, Bernoulliho rovnice, povrchové jevy v kapalinách)
- Základní pojmy molekulové fyziky (teplo, teplota, vnitřní energie, zákony ideálního plynu, stavová rovnice, van der Waalova rovnice).
- Mechanické kmity a vlnění (výchylka, rychlost, skládání kmitů, podélné a příčné vlnění, vlnová rovnice, Huygensův princip, Dopplerův jev, interference, ohyb).
- Částicová struktura látek, atom a molekula, látkové množství, molární veličiny, částice v silovém poli ostatních částic, Brownův pohyb.
- Molekulární kinetická teorie plynů: předpoklady kinetické teorie, základní rovnice pro tlak ideálního plynu, vnitřní energie plynu, věta o ekvipartici, směs plynů, střední kvadratická rychlost, Maxwellův zákon rozdělení rychlostí molekul, rozbor Maxwellova zákona, střední volná dráha molekuly.
- Coulombův zákon, intenzita a potenciál elektrostatického pole, kapacita kondenzátoru, Gaussova věta elektrostatiky. Susceptibilita a relativní permitivita, energie elektrostatického pole, elektrostatické měřicí přístroje.
- Elektrický proud, hustota proudu, vodivost, Ohmův zákon, obvody elektrického proudu, Kirchhoffovy zákony, práce a výkon proudu.
- Regulace proudu a napětí. Měření základních elektrických veličin. Vedení elektrického proudu v kovech, v elektrolytech, v polovodičích, v plynech a ve vakuu.
- Stacionární magnetické pole, Biotův - Savartův - Laplaceův zákon, Lorentzova síla, Ampérův zákon, Látky diamagnetické, paramagnetické a feromagnetické, magnetická susceptibilita a permeabilita.
- Souvislost elektrických a magnetických jevů, Ampérův zákon, Faradayův zákon elektromagnetické indukce, Energie magnetického pole. Práce a výkon střídavého proudu, transformátory, generátory a elektromotory.
- Atom vodíku a jeho spektra, vlnově částicový dualismus. Atomy s více elektrony, Pauliho vylučovací princip. Hundova pravidla, obsazování orbitalů.
- Elektromagnetické přechody v atomu, pravděpodobnosti přechodu, výběrová pravidla. Atomová spektroskopie, vliv vnějších polí na atomová spektra. Molekuly, vazby v molekulách, molekulová spektroskopie.
- Atomové jádro, protony, neutrony, základní charakteristiky atomového jádra. Přeměny atomového jádra, jaderné reakce, modely atomového jádra. Elementární částice, pokusy o systemizaci, interakce mezi částicemi, zákony zachování.
- Aplikace jaderné fyziky - magnetická rezonance, Mössbauerův jev, neutronová difrakce, využití radionuklidů, jaderné reaktory, možnosti využití syntézy jader. Dozimetrie ionizujícího záření, ochrana před zářením, biologické účinky ionizujícího záření. Kosmické záření.
- Šíření el.-mag. záření ve vakuu, rovinná, sférická a paraboloidní vlna, intenzita světla, optická prostředí, index lomu. Spektrální rozklad světla, fázová a grupová rychlost. Mikroskopická teorie absorpce a disperze, rozptyl světla.
- Popis polarizačních stavů světla, průchod el.-mag. vlny rozhraním dielektrik. Průchod světla anizotropním prostředím, popis a realizace polarizačních optických prvků.
- Interference a koherence světla, dvousvazková interference a její využití. Mnohosvazková interference, reflexní a antireflexní vrstvy.
- Ohyb světla, klasifikace a popis ohybových jevů. Ohyb světla na kruhové a obdélníkové cloně, ohyb světla na mřížce. Základní principy holografie. Vliv ohybu světla na rozlišovací mez optických přístrojů. Princip činnosti a použití disperzních optických přístrojů.
- Principy paprskové optiky, šíření paprsků nehomogenním prostředím, použití gradientních optických prvků, Fermatův princip a jeho využití. Princip paraxiálního zobrazování, princip činnosti a použití základních optických prvků a systémů.

- Kvantová hypotéza, záření černého tělesa, Planckův zákon, spektra atomů. Fotoefekt, Comptonův rozptyl, de Broglieho hypotéza. Postuláty kvantové mechaniky. Stav fyzikálního systému, princip superpozice, pozorovatelné veličiny. Pravděpodobnostní charakter měření. Předpovědi, střední hodnoty.
- Schrödingerova rovnice. Hustota pravděpodobnosti, interpretace vlnové funkce, normalizace. Volná částice, rovinné vlny. Relace neurčitosti. Nekompatibilní pozorovatelné veličiny, komutátor, závislost výsledků na pořadí měření.
- Jednoduché kvantověmechanické systémy a jejich spektra. Pravoúhlá potenciálová jáma a bariéra. Rozptyl a tunelový jev. Harmonický oscilátor, posunovací operátory.
- Moment hybnosti, Spin. Kvantování momentu hybnosti. Komutační relace. Spin elektronu, Stern-Gerlachův experiment. Atom vodíku. Kvantová čísla, vlastnosti stacionárních stavů, spektrum.

SZZ Teoretická fyzika (SLO/SZZTF)

TMN, ELMP, UAAF, KM, UFPL, TSF

- Mechanika částice a soustav částic. Kinematika a dynamika částice. Soustava částic. D'Alembertův princip a pohybové rovnice soustavy částic. Hmotný střed soustavy. Klasické integrály pohybu. Pohyb částice s proměnnou hmotností. Pohyby v rotujících soustavách. Malé kmity mechanických soustav.
- Mechanika tuhého tělesa. Translace a rotace tuhého tělesa. Tensor setrvačnosti a momenty setrvačnosti. Pohyb tuhého tělesa s pevným bodem. Eulerovy rovnice. Pohyb setrvačnicků.
- Lagrangeovská formulace mechaniky. Soustavy podrobené vazbám. Klasifikace vazeb, virtuální posunutí. Princip virtuální práce a jeho aplikace na některé problémy rovnováhy soustav. Princip d'Alembertův-Lagrangeův. Lagrangeovy rovnice prvního a druhého druhu a jejich řešení pro některé konkrétní úlohy. .
- Hamiltonovská formulace mechaniky. Hamiltonův princip. Hamiltonovy kanonické rovnice. Fázový prostor a fázové trajektorie. Kanonické transformace a jejich invarianty. Zákony zachování.
- Mechanika kontinua. Tensor napětí. Síly objemové a plošné. Vektor napětí. Rovnice rovnováhy kontinua. Pohybové rovnice kontinua. Vektor posunutí a tenzor deformace. Translační, rotační a deformační pohyb kontinua. Zobecněný Hookův zákon. Rovnice rovnováhy izotropního pružného tělesa. Pohybové rovnice izotropního pružného tělesa. Kmity a vlny v pružném tělese. Chvění pružných těles. Rovnice struny.
- Mechanika tekutin. Statika tekutin. Pohybové rovnice ideální tekutiny, jejich integrály. Nevířivé proudění. Pohyb vazké tekutiny. Navierova-Stokesova rovnice a teorie podobnosti.
- Maxwellovy rovnice v diferenciálním a integrálním tvaru, vymezení jejich platnosti. Materiálové vztahy a kategorizace látkových prostředí. Hraniční podmínky Maxwellových rovnic.
- Typy polí. Elektrostatické pole. Výpočet pole pomocí skalárního potenciálu, multipólový rozvoj statického pole. Energie pole. Magnetostatické pole permanentních magnetů a jeho řešení užitím magnetostatického popř. vektorového potenciálu. Pole stacionárních proudů. Ohmův zákon pro obvod s vnějším zdrojem, magnetické pole vně proudových obvodů. Kvazistacionární pole, jeho vymezení a řešení pomocí potenciálů. Soustava proudových obvodů, oscilační obvod. Skinefekt. Nestacionární pole. Řešení pole užitím retardovaných skalárního a vektorového potenciálů. Multipólový rozvoj nestacionárního pole. Řešení pole užitím polarizačního a magnetizačního potenciálů. Pole oscilujícího dipólu.
- Šíření vln v bezztrátovém prostředí. Homogenní vlnová rovnice. Monochromatické rovinné vlny a jejich vlastnosti. Polarizace vln. Energie přenášená monochromatickými vlnami. Šíření vln ve ztrátovém prostředí. Zobecněná vlnová rovnice. Vlastnosti rovinných monochromatických vln. Energie přenášená vlnami, pravá absorpce. Šíření vln v dielektrických anizotropních krystalech. Materiálové vztahy a vzájemná poloha základních vektorů pole. Fázová a paprsková rychlost monochromatické vlny, optické osy. Polarizace vln v krystalech. Jednoosé krystaly. Šíření vln v opticky aktivním krystalu.
- Chování vln na rozhraní dvou prostředí. Odvození zákona lomu a odrazu a Fresnelových vzorců. Odraznost a propustnost rozhraní dvou bezztrátových prostředí a jejich závislost na úhlu dopadu. Úplný odraz na rozhraní dvou bezztrátových prostředí, komplexní tvar koeficientů odraznosti a propustnosti. Odražená a lomená vlna při úplném odrazu. Odraz a lom na rozhraní bezztrátového a ztrátového prostředí.
- Ohyb vln na neproniknutelné překážce. Kirchhoffova teorie ohybu. Kirchhoffův integrální vzorec a jeho předpoklady. Fraunhoferův ohyb na obdélníkovém a kruhovém otvoru. Fresnelův ohyb na hraně.
- Časová a bezčasová Schrodingerova rovnice, separace proměnných, stacionární stavy. Normalizace, pravděpodobnostní interpretace, zachování hustoty pravděpodobnosti, rovnice kontinuity. Princip superpozice.
- Jednoduché systémy a jejich řešení. Nekonečná 1D jáma, zobecnění na 3D. Konečně hluboká pravoúhlá potenciálová jáma, odraz, průchod, rezonanční energie. Konečná bariéra, tunelový efekt. Potenciál delta funkce, vázaný stav.
- Základní postuláty kvantové mechaniky podruhé. Formální výstavba, stavy, brakety, Hilbertův prostor. Střední hodnoty operátorů, maticové elementy. Vlastní stavy Hamiltoniánu, kvantování energie. Diskrétní a spojité spektrum. Kolaps vlnové funkce, měření, amplituda pravděpodobnosti.
- Harmonický oscilátor: algebraické řešení, posunovací operátory a jejich komutační relace. Analytické řešení, Frobeniova metoda. Koherentní stavy.
- Moment hybnosti, skládání momentu hybnosti. Kulové funkce, parita. Pohyb částice v centrálním poli. Sféricky symetrická nekonečně hluboká jáma, Besselovy funkce, 3D harmonický oscilátor. Atom vodíku.
- Částice v homogenním elektrickém poli. Harmonický oscilátor v homogenním poli. Atom vodíku v homogenním poli, Starkův jev.

- Spin, částice v magnetickém poli, Pauliho rovnice. Pauliho matice, spinory, operátor spinu do daného směru. Larmorova precese spinu.
- První termodynamický zákon, stavové parametry, stavové rovnice, stav termodynamické rovnováhy. Teplo. Adiabatický proces. Vratné a nevratné procesy. Tepelná kapacita. Druhý termodynamický zákon, Caratheodoryho princip, absolutní teplota, entropie. Carnotův cyklus.
- Termodynamické potenciály. Termodynamika systémů s proměnným počtem částic, chemický potenciál. Grandkanonický potenciál. Termodynamické potenciály dielektrik a magnetik. Termodynamické potenciály slabě nerovnovážných systémů. Princip vzrůstu entropie. Podmínky termodynamické rovnováhy. Guldbergův-Wageův zákon. Braunův-Le Chatelierův princip. Gibbsovo pravidlo fází.
- Fázové přechody. Fázové přechody prvního druhu. Clausiona-Clapeyronova rovnice. Fázové přechody druhého druhu. Ehrenfestovy rovnice. Landauova teorie fázových přechodů druhého druhu, přechod feromagnetikum-paramagnetikum, Curieův-Weissův zákon. Třetí termodynamický princip.
- Popis mnohačásticového systému, fázový prostor, zákony zachování (teorém E. Noetherové). Statistický soubor. Liouvilleův teorém. Ergodický problém, Tolmanova hypotéza. Hustota kvantových stavů. Mikrokanonický, kanonický a grandkanonický soubor. Stavová rovnice kanonického systému. Entropie. Statistická rozdělení soustavy volných částic, formalizmus druhého kvantování. Grandkanonická partiční funkce, rozdělovací zákony ideálních plynů.
- Ideální Maxwellův-Boltzmannův plyn. Ekvipartiční teorém. Měrná tepla modelových fyzikálních systémů.
- Ideální fermionový plyn. Elektronový plyn v homogenním magnetickém poli, diamagnetismus, paramagnetismus, Curieův zákon. Ideální bosonový plyn. Záření absolutně černého tělesa, Planckův zákon. Fononové systémy, Einsteinův model krystalu.
- Krystaly, periodické uspořádání atomů, symetrie krystalu, krystalová mřížka, grupa operací symetrie, krystalografie, typické krystalické struktury, kovů, solí a polovodičů. Popis elementární a primitivní buňky krystalů, určování směrů a rovin v krystalické struktuře, Millerovy indexy. Matematický popis operací symetrie, vlastní a nevlastní rotace. Zavedení operace translace a její důsledky. Vliv periodického uspořádání krystalických látek na jejich fyzikální a chemické vlastnosti
- Experimentální difrakční metody používané pro zjištění struktury krystalické látky, Braggův zákon difrakce. Popis difrakce pomocí prostorových frekvencí, zavedení reciprokého prostoru a reciproké elementární buňky. Vztah mezi krystalickou strukturou látky a změřeným difrakčním obrazcem.
- Nebeská mechanika, Keplerovy zákony, orbitální elementy, systémy více těles.
- Vznik a vývoj hvězd. Vnitřní struktura. Protohvězdy. Dvojhvězdy a vícenásobné hvězdné systémy. Proměnné hvězdy. Konečná stadia vývoje hvězd - kompaktní hvězdy, novy, supernovy, černé díry. HR-diagram. Slunce. Mezihvězdná hmota. Otevřené a kulové hvězdokupy.
- Galaxie, galaktické struktury, dynamika galaxií. Naše galaxie. Místo Slunce v naší galaxii, pohyby hvězd a jejich rychlosti.
- Kosmologie. Modely vesmíru.

SZZ Aplikovaná fyzika (SLO/SZZAF)

UFYM, EL, PFA1, PFA2, ZF1, ZF2, OEM

- Chyba měření a nejistota měření: definice, klasifikace neurčitostí, výskyt soustavných a nahodilých nejistot. Nejistoty funkcí o více proměnných. Zákon šíření nejistot, optimalizace měření. Statistika ve zpracování výsledků měření. Měřidla, měřicí systémy a měřicí přístroje - jejich funkce, vlastnosti a chyby. Struktura měřicího řetězce. Převodníky fyzikálních veličin na elektrické.
- Fyzikální základy teorie obvodů: základní pojmy, obvodové prvky a jejich vlastnosti. Neřízené lineární dvojpóly - ideální odpor, indukčnost, kapacita, zdroj napětí a proudu, řízené lineární dvojpóly, nelineární dvojpóly, mnohapólové prvky - trojpóly, čtyřpóly a dvojbrany (ideální transformátor, ideální měnič výkonu, ideální impedanční konvertor a invertor, ideální řízený zdroj elektrické energie, ideální zesilovač).
- Principy a vlastnosti polovodičových součástek: polovodiče a jevy v polovodičích (struktura látek, pásový model, elektrony a díry, Ohmův zákon, Hallův jev, absorpce, vnitřní fotoelektrický jev a fotovodivost, elektroluminiscence).
- Příprava polovodičů, polovodičové součástky (termistory, fotoresistory a fotomagnetické detektory, Hallov součástky, magnetoresistory, Gunnovy diody, varistory, tensoelektrické polovodiče). PN přechod a jeho VA charakteristika, Polovodičové součástky s jedním PN přechodem (usměrňovací diody, stabilizační diody, tunelové diody, varikapy a varaktory, fotodiody, luminiscenční a laserové diody, termoelektrické a Peltiérový články). Polovodičové součástky se dvěma a více PN přechody.
- Operační zesilovače: základní vlastnosti operačních zesilovačů, druhy operačních zesilovačů, vnější obvody oper. zesilovačů, základní zapojení - sčítání, odečítání, integrování, derivování, funkční měniče, násobičky a děličky, analogové paměti, převodníky, zesilovače, usměrňovače, omezovače, komparátory, spínače, generátory, aktivní filtry, stabilizátory.
- Logické integrované obvody: Booleova algebra a logické funkce, logické operátory a logické stavebnice, kombinační funkce a příslušné obvody, zobrazení, číselné kódy, aritmetické operace a příslušné obvody, paměťové funkce, funkce posouvání a čítání, klopné obvody pro posouvání a čítání, paměťové a posuvné registry, paměti, komparační obvody, sčítačky, čítače, sekvenční obvody, radič, mikroprocesorová struktura, systém řízený mikroprocesorem, PC, AD a DA převodníky.
- Elektronické systémy: vysílače, přijímače, modulátory, směšovače, demodulátory, magnetron, měniče elektrických veličin na neelektrické a naopak, zpracování zvuku a obrazu, obrazové snímáči elektronky, CCD, obrazovka, detektory elektromagnetického záření, optoelektronické zobrazovací systémy aj.
- Senzory viditelného světelného záření (fotonka, fotonásobič, fotorezistor, fotodiody, CCD prvek). Senzory teploty (odporové, polovodičové, termoelektrické). Teplotní stupnice ITS90.
- Detekce ionizujícího záření (scintilační, plynové a polovodičové detektory). Detekce nabitých částic, fotonů záření gama, neutronů.
- Vakuová technika. Získávání vakua, typy vývěv. Měření tlaku. Kryogenní technika. Získávání nízkých teplot. Typy kryostatů.
- Vysokoteplotní technika - měření a získávání vysokých teplot; materiály a pece. Vysokotlaká technika - měření a získávání vysokých tlaků; materiály a tlakové komory.
- Analogové zpracování signálů z detektorů. Typy zesilovačů. Integrace a derivace signálů. Amplitudová a časová analýza signálů (diskriminace, SCA, MCA, TOF, koincidenční měření). Číslíkové zpracování signálů. Logické obvody. Digitálně-analogové a analogově digitální převodníky.
- Zdroje optického záření. Princip laseru, kinetické rovnice. Optické rezonátory z pohledu laserové fyziky. Měření modové struktury laserů. Výběr módů laserů. Režimy činnosti laseru. Různé druhy laseru. Generace ultrakrátkých optických impulsů z pevnolátkových laserů. Diagnostika ultrakrátkých pulsů.
- Maxwellovy rovnice v nelineárním prostředí, vlnové rovnice, nelineární polarizace. Původ nelineárního chování optických polí, model vázaného elektronu v optickém poli. Nelineární jevy 2. řádu. Nelineární jevy 3. řádu. Kerrovská nelinearita, automodulace fáze, samofokusace svazku. Světlo se stlačenými amplitudovými fluktuacemi. Generace a aplikace fotonových párů.
- Vlnové rovnice pro monochromatické vlny, její řešení v planárním vlnovodu, TE a TM módy. Vláknová optika, módy v radiálně symetrických systémech, různé druhy vláken, strukturovaná vlákna. Složitější

prvky vláknové a nelineární optiky - děliče, izolátory, atenuátory, modulátory. Prostorová filtrace. Navazování laserových svazků do optických vláken.

- Detektory klasické i jednofotonové. Lavinové fotodiody. Detektory s rozlišením počtu fotonů. Intenzifikované CCD a EMCCD kamery. Polovodičové optické prvky - diody, polovodičové lasery.
- Tenké vrstvy - lineární vlastnosti. Optické filtry. Nelineární tenké vrstvy jako perspektivní struktury pro nelineární fotoniku. Technologie přípravy, vlastnosti, diagnostika, měření reflexe a propustnosti. Mechanické vlastnosti tenkých vrstev, měření nanoindentorem
- Základy experimentální spektroskopie. CCD spektrometr. Spektrometr s rotující mřížkou. Monochromátory.