



Ruská 355/7, 353 01 Mariánské Lázně

**Dodatek č. 1 k ŠVP – 10. verze ŠVP – 9. verze osnovy
(DOD_01_SVP_VG_11_UO_10)**
Zpracovány podle: RVP G

„ŠKOLA PRO BUDOUCNOST“

- Upraveny učební osnovy předmětu **Fyzika**

Razítko školy:

Podpis ředitele:

V Mariánských Lázních dne 3. 8. 2020

Učební osnovy předmětu FYZIKA

Charakteristika předmětu

Obsah a časové vymezení předmětu, organizace výuky

Vyučovací předmět *Fyzika* pro vyšší stupeň osmiletého gymnázia a odpovídající ročníky čtyřletého gymnázia vychází ze vzdělávací oblasti Člověk a příroda ze vzdělávacího oboru Fyzika. V předmětu Fyzika je také integrována vzdělávací oblast Člověk a svět práce. Je určen žákům prvního až třetího ročníku čtyřletého gymnázia a žákům pátého až sedmého ročníku osmiletého gymnázia.

Předmětu *Fyzika* je během tří ročníků věnováno 7,5 vyučovacích hodin.

Na povinný vyučovací předmět *Fyzika* navazuje jednoletý tříhodinový **Seminář z fyziky** (ve čtvrtém ročníku čtyřletého a osmém ročníku osmiletého gymnázia).

Pro výuku *Fyziky* na vyšším stupni osmiletého gymnázia a v odpovídajících ročnících čtyřletého gymnázia se používají učebnice Fyzika pro gymnázia, nakladatelství Prometheus. Jednotlivé díly učebnic jsou členěny do jednotlivých tematických celků a uspořádány tak, aby je bylo možné použít při výkladu nové látky či jejím procvičování ve vyučovacích hodinách nebo v domácí přípravě žáků. K procvičování se používá FYZIKA - sbírka úloh pro střední školy (Lepil a kol., nakladatelství Prometheus).

Během studia škola nabízí žákům mimo vyučovací hodiny následující aktivity a příležitosti: Fyzikální olympiáda, Středoškolská odborná činnost, akce VŠ (spolupráce se ZČU, MFF UK, ČVUT).

Organizace maturitní zkoušky

Profilová část maturitní zkoušky je tvořena ústní zkouškou před komisí (15 minut příprava, 15 minut zkoušení). Žák smí používat matematické tabulky a neprogramovatelnou kalkulačku bez grafického displeje. Ústní zkouška před komisí je zaměřena na teorii a na výpočty. Pro gymnázium existují jednotné maturitní otázky.

Realizovaná průřezová témata

- Osobnostní a sociální výchova
- Environmentální výchova
- Výchova k myšlení v evropských a globálních souvislostech
- Mediální výchova

Výchovné a vzdělávací strategie

Kompetence k učení

Učitel:

- pracuje s žáky tak, aby si osvojili důležité poznatky z vybraných tematických okruhů a na jejich základě poznávali význam a přínos fyziky pro život a činnosti člověka, pro rozvoj moderních technologií a ochranu životního prostředí
- zadáním samostatné práce rozvíjí v žácích schopnost vyhledávat a získávat informace z různých informačních zdrojů, samostatně pozorovat, experimentovat a měřit, získané výsledky porovnávat, zpracovávat a vyhodnocovat
- formou diskuse žáky nutí informace kriticky hodnotit a ověřovat z různých hledisek, ze získaných výsledků vyvozovat závěry
- průběžným hodnocením výsledků práce žáků jim umožní posoudit jejich pokroky při učení

Kompetence k řešení problémů

Učitel:

- demonstrací fyzikálního jevu nebo děje vede žáky k tomu, aby na základě pozorování a dosavadních vědomostí a zkušeností vyslovili hypotézu a vyvodili závěry
- zadáním samostatné práce, skupinové práce nebo během výkladu vytváří problémové situace, které žáky nutí o problému přemýšlet a řešit jej, vybrat z možných postupů ten nejefektivnější, zvažovat alternativy, svá tvrzení dokazovat a formulovat podložené závěry
- pomocí zkoušení a testů ověřuje, zda žáci osvědčené postupy aplikují při řešení obdobných problémových situací

Kompetence komunikativní

Učitel:

- formou diskuse na dané téma vede žáky ke schopnosti jasně a logicky formulovat svůj názor či hypotézu, vhodně argumentovat, vyslechnout názory ostatních, vést dialog
- ústním prověřováním nabytých vědomostí zjišťuje, zda se žáci vyjadřují pomocí zavedených odborných pojmů, rozumí různým typům textů, obrazových materiálů a jiných informačních a komunikačních prostředků
- vhodně volenými ukázkami číselných hodnot na hranici žákovy představivosti mu otevírá prostředí vědeckých a technických dat coby přitažlivé a zajímavé a hodné diskuse
- pomáhá žákovi osvojovat si návyk vyjadřovat se korektně, věcně a střízlivě, uvážlivě zacházet s číselnými údaji a vždy za ně ručit znalostí míry jejich přesnosti

Kompetence sociální a personální

Učitel:

- zadáním skupinového úkolu vede žáky k respektování zájmů skupiny, k pochopení potřeby efektivní spolupráce pro úspěšnou práci
- oceněním schopnosti žáka alespoň elementárně se orientovat v dosud neznámém (totiž fyzikálním) myšlenkovém prostředí v něm posiluje hrdost na výsledky vlastního duševního úsilí

Kompetence občanská

Učitel:

- formou diskuse a referátů zjišťuje, zda žáci sledují aktuální dění nejen ve vědě a technice, ale i v celém světě, a tak lépe chápou potřebu využití vědeckých poznatků se současnou ochranou životního prostředí
- nácvikem číselných odhadů a výpočtů a odhadů chyby výsledku vede žáka k návyku osobního ručení za vlastní výsledek, postoj a názor

Konkretizovaný výstup	Konkretizované učivo	Průřezová témata, vazby a přesahy	Hodnocení, realizace a poznámky
<p>Žák:</p> <ul style="list-style-type: none"> • měří vybrané fyzikální veličiny vhodnými metodami, zpracuje a vyhodnotí výsledky měření • rozliší skalární veličiny od vektorových a využívá je při řešení fyzikálních problémů • vyhledá potřebné informace o fyzikálních veličinách, jednotkách nebo konstantách v MFCHT • využívá představu hmotného bodu při popisu pohybu a klidu • užívá základní kinematické vztahy při řešení problémů a úloh o pohybech rovnoměrných, rovnoměrně zrychlených, rovnoměrně zpomalených nebo po kružnici • vyjádří písemně i graficky závislost příslušné fyzikální veličiny na čase • uvede příklady pohybových a deformačních účinků na těleso • užívá Newtonovy pohybové zákony pro předvídání nebo vysvětlení pohybu tělesa při působení sil (tíhové, tlakové, tahové, třecí) a při řešení úloh • využívá zákon zachování hybnosti při řešení úloh včetně úloh z praxe • vysvětlí na konkrétním příkladu Galileiho princip relativity • uvede příklady, kdy těleso koná a kdy nekoná práci a vypočte ji • zná souvislost změny kinetické a potenciální energie s mechanickou prací 	<p>FYZIKÁLNÍ VELIČINY A JEJICH MĚŘENÍ Soustava fyzikálních veličin a jednotek: soustava SI, metody měření Absolutní a relativní odchylka měření Skalární a vektorové veličiny</p> <p>POHYB TĚLES A JEJICH VZÁJEMNÉ PŮSOBENÍ Kinematika pohybu: vztažná soustava; poloha a změna polohy tělesa, jeho rychlost a zrychlení, volný pád, skládání rychlostí, pohyb po kružnici</p> <p>Dynamika pohybu: hmotnost a síla; pohybové zákony, inerciální soustava; hybnost tělesa; tlaková síla, tlak; třecí síla; síla pružnosti; dostředivá síla, zákony zachování hmotnosti, hybnosti</p> <p>Mechanická práce a energie: mechanická práce stálé síly, kinetická a potenciální tíhová energie a jejich změny, souvislost změny mechanické energie s prací; výkon, příkon, účinnost</p>	<p>Ma – výpočty a zpracování dat, průběžně De – významné osobnosti fyziky, průběžně OSV - Poznávání a rozvoj vlastní osobnosti (rozhovory s žáky, navození vhodných fyzikálních problémů, referáty a jejich hodnocení) Seberegulace, organizační dovednosti a efektivní řešení problémů (organizace práce vlastní nebo ve skupině při skupinové nebo laboratorní práci, rozhodování a řešení problémů při tomtéž, ohleduplnost, disciplinovanost, ochota pomoci) Sociální komunikace (týmová práce, diskuse, obhajoba vlastního názoru, schopnost kompromisu, přesná a srozumitelná komunikace) Z - gravitační síla, příliv, odliv, Sluneční soustava; mechanické vlnění, seismika</p>	<p>Během celého roku se operativně s ohledem na charakter učiva prolíná hodnocení ústního a písemného zkoušení, skupinových a laboratorních prací.</p>

Konkretizovaný výstup	Konkretizované učivo	Průřezová témata, vazby a přesahy	Hodnocení, realizace a poznámky
<p>Žák:</p> <ul style="list-style-type: none"> • využívá zákona zachování mechanické energie při řešení úloh a problémů včetně úloh z praxe • řeší úlohy z praxe s použitím vztahů pro výkon a účinnost • řeší konkrétní úlohy pro výpočet gravitační síly a zakreslí síly vzájemného gravitačního působení • rozlišuje pojmy gravitační a tíhová síla, tíha • řeší jednoduché úlohy na svislý a vodorovný vrh • řeší úlohy použitím druhého a třetího Keplerova zákona • určí v konkrétních situacích síly a jejich momenty působící na těleso a určí výslednici sil ve vybraných případech početně i graficky • uvede základní rozdíly mezi ideální a reálnou tekutinou • používá vztahu pro výpočet tlaku a tlakové síly • řeší úlohy užitím Pascalova a Archimédova zákona • vysvětlí funkci hydraulického lisu a brzd • vysvětlí funkci barometru • stanoví chování tělesa v tekutině z hustot • řeší úlohy z praxe použitím rovnice kontinuity • vyjádří ze známé amplitudy, frekvence a počáteční fáze okamžitou výchylku, rychlost, zrychlení v čase a naopak • určí periodu oscilátoru z jeho vlastností a využije závislosti veličin při změně periody 	<p>Gravitační pole: gravitační pole, gravitační a tíhová síla, tíha, gravitační a tíhové zrychlení, pohyb těles v homogenním tíhovém a radiálním poli</p> <p>Mechanika tuhého tělesa: tuhé těleso, jeho posuvný a otáčivý pohyb kolem pevné osy, moment síly vzhledem k ose otáčení, výslednice momentů sil, momentová veta, skládání sil působících v různých bodech, dvojice sil; rozklad síly, těžiště tělesa, rovnovážná poloha tělesa, kinetická energie tuhého tělesa, moment setrvačnosti tělesa</p> <p>Mechanika kapalin a plynů: vlastnosti kapalin a plynů, tlak v kapalinách a plynech, tlak v kapalinách vyvolaný vnější silou, Pascalův zákon, tlak kapaliny a vzduchu vyvolaný tíhovou silou, vztlková síla, Archimédův zákon, proudění kapalin a plynů, proudnice, objemový tok, rovnice kontinuity, energie proudící vody, odpor prostředí</p> <p>MECHANICKÉ KMITÁNÍ A VLNĚNÍ: kmitání mechanického oscilátoru; jeho perioda a frekvence, kinematika kmitavého pohybu</p>	<p>VMEGS - Žijeme v Evropě (referáty a jejich hodnocení – význační Evropané a jejich přínos vědě a lidstvu)</p> <p>MV - Média a mediální produkce (příprava vlastních materiálů, referátů, využití médií pro získávání informací)</p>	

Konkretizovaný výstup	Konkretizované učivo	Průřezová témata, vazby a přesahy	Hodnocení, realizace a poznámky
<p>Žák:</p> <ul style="list-style-type: none"> určí vlastní periodu a frekvenci oscilátoru, vysvětlí rezonanci a aplikuje v praxi objasní procesy vzniku, šíření, odrazu a interference mechanického vlnění využívá s porozuměním vztah mezi vlnovou délkou, frekvencí, periodou a rychlostí vlnění při řešení problémů odliší a charakterizuje základní druhy mechanického vlnění, objasní vznik stojatého vlnění řeší úlohy na odraz a lom vlny uvede příklady, kdy lze pozorovat ohyb vlnění využívá základní principy kinetické teorie látek při objasňování vlastností látek různých skupenství a procesů v nich probíhajících a chápe vztah mezi termodynamickou a Celsiovou teplotou využívá vztahy pro A_r, M_r, M_m, n, N, N_A při řešení úloh aplikuje s porozuměním termodynamické zákony při řešení fyzikálních úloh vypočítá v tepelnou kapacitu tělesa, teplo, sestaví kalorimetrickou rovnici určí měrnou tepelnou kapacitu látky z příslušného grafu nebo experimentálně řeší úlohy z praxe na použití 1. termodynamického zákona 	<p>Opakování: kmitání mechanického oscilátoru; jeho perioda a frekvence, kinematika kmitavého pohybu</p> <p>Mechanické kmitání a vlnění: a dynamika kmitavého pohybu nucené kmitání, rezonance, postupné a stojaté vlnění, vlnová délka a rychlost vlnění, interference odraz a lom vlnění, stojaté vlnění, ohyb vlnění; zvuk, jeho hlasitost a intenzita</p> <p>MOLEKULOVÁ FYZIKA A TERMIKA</p> <p>Kinetická teorie látek: charakter pohybu a vzájemných interakcí částic v látkách různých skupenství, teplota a její měření, základní veličiny molekulové fyziky</p> <p>Vnitřní energie, práce, teplo: vnitřní energie a její změna, teplo; první termodynamický zákon; měrná tepelná kapacita, kalorimetrická rovnice; různé způsoby přenosu vnitřní energie v rozličných systémech</p>	<p>Bi – zvuk, infrazvuk, ultrazvuk, ochrana před nadměrným hlukem Ma – výpočty a zpracování dat De – významné osobnosti fyziky - průběžně Ch – molární veličiny Ze – vliv velké měrné kapacity vody na počasí, oteplování, tání ledovců, eroze</p> <p>OSV - Poznávání a rozvoj vlastní osobnosti (rozhovory s žáky, navození vhodných fyzikálních problémů, referáty a jejich hodnocení) Seberegulace, organizační dovednosti a efektivní řešení problémů (organizace práce, rozhodování a řešení problémů při tomtéž, ohleduplnost, disciplinovanost, ochota pomoci) Sociální komunikace (diskuse, obhajoba vlastního názoru, schopnost kompromisu, přesná a srozumitelná komunikace)</p> <p>VMEGS - Žijeme v Evropě (význační Evropané a jejich přínos vědě a lidstvu)</p>	<p>Během celého roku se operativně s ohledem na charakter učiva prolíná hodnocení ústního a písemného zkoušení, skupinových a laboratorních prací.</p>

Konkretizovaný výstup	Konkretizované učivo	Průřezová témata, vazby a přesahy	Hodnocení, realizace a poznámky
<p>Žák:</p> <ul style="list-style-type: none"> • uvede příklady na vedení tepla, proudění tepla a tepelné záření • umí vysvětlit pojem ideální plyn a pracovat s ním • využívá stavovou rovnici ideálního plynu stálé hmotnosti při předvídání stavových změn; plynu znázorní průběh probíraných dějů v $p - V$, $p - T$ a $V - T$ diagramu • Vypočítá práci vykonanou plynem při stálém tlaku a vyjádří ji graficky • graficky znázorní kruhový děj složený z jednoduchých tepelných dějů a určí horní mez účinnosti • popíše činnost parní turbíny a spalovacích motorů • analyzuje vznik a průběh procesu pružné deformace pevných těles • vypočítá velikost síly pružnosti, normálové napětí a relativní prodloužení při pružné deformaci tahem • s porozuměním užívá Hookova zákona • porovná zákonitosti teplotní roztažnosti pevných těles a využívá je k řešení praktických problémů • objasní chování volného povrchu kapaliny a děje s tím související 	<p>Vlastnosti látek: ideální plyn, tlak plynu, stavová rovnice ideálního plynu o stálé hmotnosti, poděje, adiabatický děj, práce plynu, kruhový děj, 2. zákon termodynamiky, účinnost, tepelné stroje; krystalická a amorfní látka, krystalová mřížka, deformace pevného tělesa, síla pružnosti, normálové napětí, relativní prodloužení, Hookův zákon, teplotní roztažnost pevných látek; povrchová vrstva, síla a napětí kapaliny, kapilární jevy; teplotní roztažnosti kapalin; skupenské změny, skupenské a měrné skupenské teplo, var kapaliny, sytá pára, vodní páry v atmosféře</p>	<p>MV - Média a mediální produkce (příprava vlastních materiálů, využití médií pro získávání informací, prezentace na PC)</p> <p>EV - Člověk a životní prostředí (sledování aktuálního dění ve světě z ekologického hlediska, netradiční a obnovitelné zdroje energie – zelená energie) Ch – disociace, elektrolýza, elektrolýza, její využití</p>	

Konkretizovaný výstup	Konkretizované učivo	Průřezová témata, vazby a přesahy	Hodnocení, realizace a poznámky
<p>Žák:</p> <ul style="list-style-type: none"> • objasní kvalitativně i kvantitativně změny skupenství látek • předvídá děje související se změnami stavu látek za pomoci fázového diagramu; chápe význam materiálových konstant a vyhledá je v MFCHT • porovná účinky elektrického pole na vodič a izolant • v jednoduchých případech vypočítá velikost elektrické síly, intenzitu elektrického pole, kapacitu vodiče • znázorní elektrické pole siločárovým modelem • vypočítá elektromotorické napětí, svorkové napětí • využívá Ohmův zákon při řešení praktických problémů • sestrojí VA charakteristiku spotřebiče a čte v ní • vypočítá rozvětvené elektrické obvody stejnosměrného proudu • určí práci, výkon a účinnost elektrického obvodu 	<p>ELEKTRINA A MAGNETISMUS</p> <p>Elektrostatika: elektrický náboj a jeho zachování, Coulombův zákon, intenzita elektrického pole, elektrické napětí; elektrická práce, kapacita kondenzátoru,</p> <p>Elektrický proud v látkách: vznik elektrického proudu, proud jako veličina; Ohmův zákon pro část obvodu i uzavřený obvod; elektrický odpor, elektrická energie a výkon stejnosměrného proudu</p>		

Konkretizovaný výstup	Konkretizované učivo	Průřezová témata, vazby a přesahy	Hodnocení, realizace a poznámky
<p>Žák:</p> <ul style="list-style-type: none"> • aplikuje poznatky o mechanismech vedení elektrického proudu v polovodičích, kapalinách a plynech při analýze chování těles z těchto látek v elektrických obvodech • uvádí základní vlastnosti magnetického pole a pomocí nich řeší úlohy početně i názorným pokusem • vysvětlí funkci a použití magnetických zařízení a magnetické vlastnosti materiálu • objasní základní vlastnosti nestacionárního magnetického pole pomocí Faradayova a Lenzova zákona • využívá zákon elektromagnetické indukce při řešení problémů a k objasnění funkce elektrických zařízení. • objasní vznik střídavého proudu, popíše jeho charakteristiky • vysvětlí chování prvků R,L,C v elektrickém obvodu • popíše a objasní činnost alternátoru, dynama, trojfázového generátoru, elektromotoru, transformátoru • popíše základní principy výroby a vedení elektrického proudu v praxi. • rozlišuje fázové a sdružené napětí, zná tyto hodnoty u spotřebitelské sítě • uvede příklady elektromotorů v domácnosti, praxi 	<p>Opakování: vznik elektrického proudu, proud jako veličina; Ohmův zákon pro část obvodu i uzavřený obvod; elektrický odpor, elektrická energie a výkon stejnosměrného proudu</p> <p>Elektrický proud v látkách: vedení elektrického proudu v polovodičích, kapalinách a plynech</p> <p>Stacionární a nestacionární magnetické pole, střídavý proud, energetika: pole magnetů a vodičů s proudem, magnetická síla a indukce; magnetické pole vodičů a cívky, magnetické vlastnosti látek, elektromagnetická indukce, vlastní indukce, harmonické střídavé napětí a proud, jejich frekvence; obvody R, L, C, výkon střídavého proudu; generátor střídavého proudu; elektromotor; transformátor;</p> <p>Elektromagnetické kmitání a vlnění: oscilační obvod, vznik elektromagnetické vlny, spektrum elektromagnetického záření, sdělovací soustava, vysílač a přijímač</p>	<p>Ma – výpočty a zpracování dat, průběžně De – významné osobnosti fyziky - průběžně Ch – ionizace, radioaktivní látky, energetická bilance reakce Bi – světlo, fotosyntéza, oko, UV záření</p> <p>OSV - Poznávání a rozvoj vlastní osobnosti (rozhovory s žáky, navození vhodných fyzikálních problémů, referáty a jejich hodnocení)</p> <p>Seberegulace, organizační dovednosti a efektivní řešení problémů (organizace práce vlastní nebo ve skupině, rozhodování a řešení problémů při tomtéž, ohleduplnost, disciplinovanost, ochota pomoci)</p> <p>Sociální komunikace (týmová práce, diskuse, obhajoba vlastního názoru, schopnost kompromisu, přesná a srozumitelná komunikace)</p>	<p>Během celého roku se operativně s ohledem na charakter učiva prolíná hodnocení ústního a písemného zkoušení, skupinových a laboratorních prací, referátů a jiných prezentací.</p>

Konkretizovaný výstup	Konkretizované učivo	Průřezová témata, vazby a přesahy	Hodnocení, realizace a poznámky
<p>Žák:</p> <ul style="list-style-type: none"> • vysvětlí jevy oscilačním obvodu • popíše elektromagnetické kmitání, vlnění a jejich vznik vysvětlí princip činnosti mikrofonu a reproduktoru • popíše blokové schéma vysílače a rozhlasového přijímače • porovná šíření různých druhů elektromagnetického vlnění v rozličných prostředích a jejich vlnové délky • vypočítá index lomu daného optického prostředí z rychlosti světla v tomto prostředí a naopak • využívá s porozuměním zákona odrazu a lomu a úplného odrazu • používá principy paprskové optiky a chodu význačných paprsků ke konstrukci obrazu vzniklého zobrazením rovinným a kulovým zrcadlem, tenkou spojkou a tenkou rozptylkou a k popisu jeho vlastností • řeší úlohy pomocí zobrazovací rovnice kulového zrcadla a čočky • popíše oko jako optickou soustavu • předvídá chování světelného vlnění na základě jeho charakteristik a uvede příklady • pozná jevy způsobené interferencí světla 	<p>OPTIKA Světlo: šíření a rychlost světla v různých prostředích; stálost rychlosti světla v inerciálních soustavách a některé důsledky této zákonitosti; zákony odrazu a lomu světla, index lomu; zobrazení odrazem na rovinném a kulovém zrcadle; zobrazení lomem na tenkých čočkách; zorný úhel, oko, lupa; interference světla, ohyb, polarizace; přehled elektromagnetického záření, spektra</p>	<p>VMEGS - Žijeme v Evropě (význační Evropané a jejich přínos vědě a lidstvu)</p> <p>MV - Média a mediální produkce (příprava vlastních materiálů, referáty, využití médií pro získávání informací, prezentace na PC)</p> <p>EV - Člověk a životní prostředí (sledování aktuálního dění ve světě z ekologického hlediska, netradiční a obnovitelné zdroje energie – zelená energie; využití nebo likvidace jaderného odpadu)</p>	

Konkretizovaný výstup	Konkretizované učivo	Průřezová témata, vazby a přesahy	Hodnocení, realizace a poznámky
<p>Žák:</p> <ul style="list-style-type: none"> • vysvětlí způsob polarizace světla a podstatu i použití polarizačního filtru • vypočítá vazebnou energii a hmotnostní schodek částice • popíše vnější fotoelektrický jev a řeší úlohy na rovnici pro fotoefekt • využívá poznatky o kvantování energie záření a mikročástic pro řešení problémů • uvede vztahy mezi spektrálními zákonitostmi a stavbou atomu • zná význam kvantových čísel a jejich souvislost s fyzikálními veličinami popisujícími atom • rozlišuje různé druhy radioaktivního záření • využívá zákon radioaktivní přeměny k předvídání chování radioaktivních látek • posoudí jadernou přeměnu z hlediska částic i energetické bilance • navrhne možné způsoby ochrany člověka před nebezpečnými druhy záření • vytvoří si představu o systému částic a jejich zkoumání • vyhledá v informačních zdrojích podklady, jež mu pomohou splnit daný úkol 	<p>FYZIKA MIKROSVĚTA Mikrosvět – kvanta a vlny: hmotnostní schodek, vazebná energie, foton a jeho energie; fotoelektrický jev, korpuskulárně vlnová povaha záření a mikročástic, kvantování energie elektronů v atomu, periodická soustava prvků; spontánní a stimulovaná emise, laser; atomové jádro, radioaktivní záření, jaderná energie; syntéza a štěpení jader atomů; řetězová reakce, jaderný reaktor; experimentální metody výzkumu částic, systém částic</p>		