



MASARYKOVA
UNIVERZITA

Sebehodnoticí zpráva Masarykovy univerzity

Oblast vzdělávání

Fyzika

Prosinec 2017

Masarykova univerzita

Žerotínovo nám. 617/9, 601 77 Brno, Česká republika
www.muni.cz

Obsah

1.	Povaha, rozsah a struktura vzdělávací činnosti.....	3
2.	Tvůrčí činnosti	12
3.	Personální zajištění výuky, tvůrčí činnosti a souvisejících činností	27
4.	Mezinárodní působení.....	29
5.	Spolupráce s praxí.....	31
6.	Shrnutí.....	33

Uvedené údaje jsou platné k datu odeslání žádosti o institucionální akreditaci, není-li v textu uvedeno jinak.

1. POVAHA, ROZSAH A STRUKTURA VZDĚLÁVACÍ ČINNOSTI

B I. 1. Povaha, rozsah a struktura vzdělávací činnosti uskutečňované vysokou školou v dané oblasti vzdělávání odpovídá popisu této oblasti vzdělávání uvedenému v nařízení vlády o oblastech vzdělávání ve vysokém školství, vydaném podle § 44a odst. 3 zákona o vysokých školách.

Shrnutí sebehodnocení:

Vzdělávání v oblasti Fyzika je na Masarykově univerzitě (dále také MU) pevně zakotveno od doby jejího vzniku: od roku 1920 byly součástí Přírodovědecké fakulty Ústav a seminář pro teoretickou fyziku pod vedením prof. Bohuslava Hostinského a Ústav experimentální fyziky řízený prof. Bedřichem Macků. Vzdělávání i výzkum ve fyzikálních disciplínách mají tradičně vysokou úroveň a prestiž v mezinárodním měřítku, mezinárodního uznání se již v meziválečné a poválečné době dostalo výsledkům prof. Hostinského (teorie pravděpodobnosti), prof. Sahánka (experimenty v oblasti elektromagnetických vln) a prof. Vašíčka (optika tenkých vrstev). Současná struktura fyzikálních ústavů je stabilní s mírnou aktualizací názvů: Ústav teoretické fyziky a astrofyziky, Ústav fyziky kondenzovaných látek, Ústav fyzikální elektroniky (zahrnující někdejší Katedru obecné fyziky).

Tři čtvrtiny stávajících studijních oborů jsou uskutečňovány více než 10 let, čtvrtina (nové obory) byla koncipována v souladu s rozvojem fyziky jako základní i aplikované vědní disciplíny. Vzdělávací činnost je uskutečňována v souladu se zákonnými normami, normami MU a vnitřními pravidly a doporučeními bývalé Akreditační komise. Stávajícím oborům byla akreditace vždy bez výhrad udělována či prodlužována na maximální dobu standardně přiznávanou pro jednotlivé typy oborů Akreditační komisí.

Předměty výuky trvale pokrývají základní tematické okruhy fyziky, včetně všech okruhů obsažených v nařízení vlády č. 275/2016 Sb. Akreditovány jsou rovněž odpovídající obory habilitačních řízení a řízení ke jmenování profesorem, a to ve struktuře odpovídající doktorským studijním programům.

Vzdělávání ve fyzice bude jednak jako dosud zahrnovat tradiční disciplíny kurzů obecné, teoretické a experimentální fyziky, jednak průběžně je a bude inovováno v souvislosti s rozvojem fyziky jako disciplíny. Budou provedeny dílčí změny struktury programů vyžadované zákonnými předpisy, mj. v souladu se strategickými záměry MU.

Výsledek sebehodnocení:

Úplný soulad	Podstatný soulad	Částečný soulad	Nesoulad
---------------------	------------------	-----------------	----------

1.1 Rozsah vzdělávací činnosti v univerzitním kontextu¹

V oblasti vzdělávání Fyzika jsou na MU uskutečňovány všechny typy studia (později studijních programů), tj. bakalářské, magisterské, doktorské, od roku 1992, tj. prakticky od počátku jejich uzákonění zákonem č. 172/1990 Sb., v současnosti již s výjimkou pětiletého magisterského studia. Akreditace všech tradičních programů a oborů proběhla v roce 2002, reakreditace v letech 2006 a 2011, vždy bez připomínek Akreditační komise. Studium je zajišťováno na Přírodovědecké fakultě MU všemi fyzikálními ústavami (Ústav teoretické fyziky a astrofyziky, Ústav fyziky kondenzovaných látek, Ústav fyzikální elektroniky) ve spolupráci s ostatními ústavami fakulty (zejména s Ústavem matematiky a statistiky), s dalšími fakultami (zejména Lékařskou fakultou), v doktorských

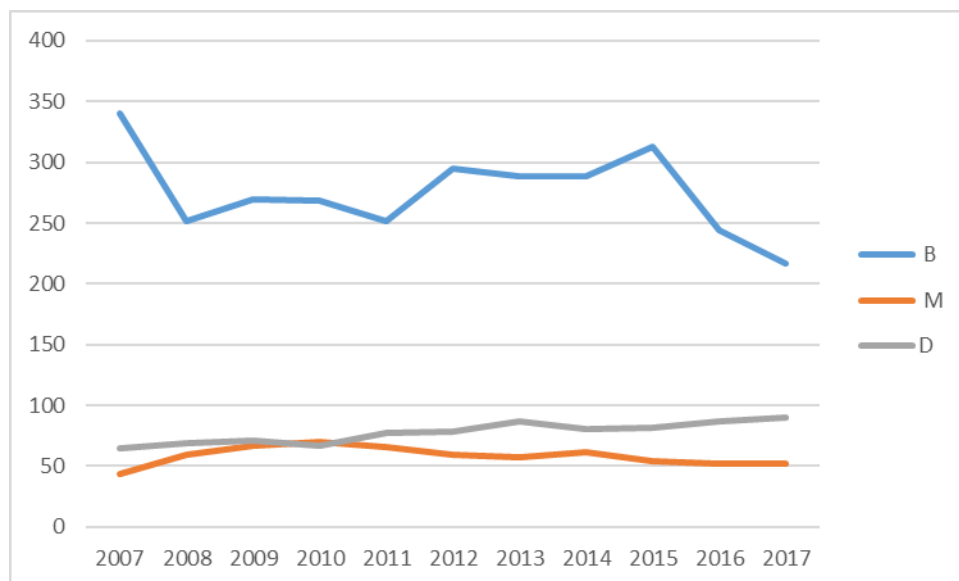
¹ Popis nezahrnuje údaje o studiu v oboru Učitelství fyziky pro střední školy, který je uváděn v rámci popisu oblasti vzdělávání Učitelství.

studijních programech je již tradiční úzká spolupráce s ústavu AV ČR (Ústav přístrojové techniky, Biofyzikální ústav, Astronomický ústav, Ústav fyziky materiálů).

Z hlediska kvantitativního rozsahu vzdělávací činnosti v rámci MU představuje Fyzika jednu z menších oblastí (srovnatelnou např. s oblastí Matematika). Současná aktivní studia v oblasti Fyzika (bez učitelství) činí cca 0,93 % všech studií na Masarykově univerzitě. Zatímco za posledních 5 let klesl počet studií v bakalářských programech asi o čtvrtinu (odpovídá klesající mohutnosti populačních ročníků), v navazujících magisterských je zhruba konstantní, v doktorských naopak systematicky mírně roste, za posledních 5 let zhruba o 15 % (nárůst lze přičíst stabilitě, resp. rostoucí kvalitě studia předcházejícího studiu doktorskému).

Graf 1: Počet aktivních studií v oblasti Fyzika na MU (2007–2017)

Údaje vždy ke 4. 4. příslušného kalendářního roku.



1.2 Struktura vzdělávací činnosti

Oblast vzdělávání Fyzika aktuálně zahrnuje (v jednooborovém studiu) celkem 4 akreditované studijní programy obsahující 18 oborů, z nich 15 je uskutečňováno více než 10 let: dva bakalářské programy (Fyzika – 3 obory, Aplikovaná fyzika – 3 obory), jeden navazující magisterský program (Fyzika – 4 obory), jeden doktorský studijní program (Fyzika – 8 oborů). Rozsah vzdělávání je v zásadě stabilní. Obsahově zahrnuje vzdělávání ve fyzice jak tradiční, tak nové fyzikální obory, v nichž je na MU rozvíjena tvůrčí činnost, přičemž jsou respektovány současné trendy rozvoje odpovídajících disciplín fyziky jako základní i aplikované vědy.

Tabulka 1: Aktuální přehled studijních programů a oborů akreditovaných v oblasti Fyzika

	Bc.	NMgr.	Ph.D.
Počet SP	2(+5)²	1(+4)³	1
Počet SO	6(6)⁴	4(4)⁴	8(7)⁴
Počet SO uskutečňovaných déle než 10 let	4	4	6
Počet studií	138⁴	41⁴	80⁴

Aktuální počet studijních programů: 4

Aktuální počet studijních oborů: 18

Z toho uskutečňovaných déle než 10 let: 14

V bakalářském studijním programu *Fyzika* jsou pro jednooborové studium akreditovány tyto obory:

	Akreditace do	Uskutečňováno déle než 10 let
Astrofyzika	31. 8. 2020	ne
Fyzika	31. 8. 2020	ano
Biofyzika	31. 8. 2020	ano

V bakalářském studijním programu *Aplikovaná fyzika* jsou pro jednooborové studium akreditovány následující obory:

	Akreditace do	Uskutečňováno déle než 10 let
Lékařská fyzika	31. 8. 2020	ano
Laboratorní a měřicí technika	31. 8. 2020	ne
Nanotechnologie	31. 8. 2020	ne

V magisterském studijním programu *Fyzika* jsou pro jednooborové studium akreditovány následující obory:

	Akreditace do	Uskutečňováno déle než 10 let
Fyzika kondenzovaných látek	31. 8. 2020	ano
Fyzika plazmatu	31. 8. 2020	ano
Teoretická fyzika a astrofyzika	31. 8. 2020	ano
Biofyzika	31. 8. 2020	ano

V doktorském studijním programu *Fyzika* jsou akreditovány následující obory:

	Akreditace do	Uskutečňováno déle než 10 let
Fyzika kondenzovaných látek	31. 5. 2020	ano
Fyzika plazmatu	31. 5. 2020	ano
Obecné otázky fyziky	31. 5. 2020	ano
Teoretická fyzika a astrofyzika	31. 5. 2020	ano
Vlnová a částicová optika	31. 5. 2020	ano
Biofyzika	31. 5. 2020	ano
Pokročilé materiály	31. 5. 2020	ano
Pokročilé nanotechnologie a mikrotechnologie	31. 5. 2020	ano

² Bakalářský obor *Fyzika se zaměřením na vzdělávání* (aktuálně studován v pěti dalších studijních programech vzhledem k možnostem kombinace ve dvouoborovém studiu) je zařazen do oblasti vzdělávání *Učitelství*.

³ Magisterský navazující obor *Učitelství fyziky pro střední školy* (aktuálně studován ve čtyřech dalších studijních programech vzhledem k možnostem kombinace ve dvouoborovém studiu) je zařazen do oblasti vzdělávání *Učitelství*.

⁴ V závorce je počet oborů, v nichž jsou aktuálně zapsáni studenti. Data jsou k 4. 4. 2017.

1.3 Povaha vzdělávací činnosti

Obsah bakalářských programů Fyzika a Aplikovaná fyzika, navazujícího magisterského programu Fyzika a doktorského programu Fyzika a jejich (stávajících) oborů je koncipován tak, aby byl v příslušných oborech umožněn plynulý přechod od bakalářského programu k magisterskému a případně doktorskému. Takto je koncipován i bakalářský program Aplikovaná fyzika, přestože kromě pokračování ve studiu magisterském (po splnění stanovených podmínek) připravuje studenta specificky i pro vstup do praxe.

Programy oblasti Fyzika kompletně zahrnují tematické okruhy určené nařízením vlády č. 275/2016 Sb., a to na základní a pokročilejší úrovni v bakalářském studiu všech oborů, na pokročilé úrovni pak dle oborů v navazujícím magisterském a doktorském programu (Tabulka 2). Program Aplikovaná fyzika nezahrnuje předměty teoretické fyziky jako samostatné disciplíny, studenti se s jejich výsledky setkají v předmětech specifických pro obor. Již v navazujícím magisterském (a samozřejmě v doktorském) programu jsou studenti vedeni k tvůrčí činnosti, konkrétně k účasti na výzkumu prováděném ve fyzikálních ústavech, včetně účasti na výzkumných projektech.

Obsahová struktura doporučených studijních plánů je jak z hlediska srovnání se strukturou fyzikálního vzdělávání univerzitního typu u nás a v zahraničí, tak z hlediska přirozené struktury a návaznosti tradičních i moderních fyzikálních disciplín (pro srovnání poslouží renomovaná literatura tuzemská i zahraniční) v podstatě standardní: povinné předměty směřují k získání zásadních znalostí a dovedností v matematice, obecné, experimentální a teoretické fyzice, povinné volitelné předměty v povinných blocích představují nadstavbu specifickou pro daný obor, volitelné předměty slouží k rozšíření, resp. prohloubení znalostí a dovedností studentů dle vlastního zájmu. Průměrná studijní zátěž daná doporučeným studijním plánem odpovídá obsahu a standardní době studia a je rovnoměrná (včetně závěrečných prací).

Výsledky výuky a z nich vyplývající změny jsou diskutovány na setkáních garanta programů s oborovými guaranty. V potaz jsou brány i výsledky studentské ankety.

Profil absolventa bakalářského programu Fyzika: Student kteréhokoli oboru programu získá obecné matematické a fyzikální vzdělání s důrazem na praktické aspekty fyziky. Osvojí si základy experimentální fyziky a běžné fyzikální laboratorní metody. Orientuje se i v základech disciplín teoretické fyziky. I když je program určen především pro uchazeče o pokračování ve studiu v některém z oborů navazujícího magisterského studijního programu Fyzika, je absolvent vzhledem k relativně univerzálnímu charakteru fyzikálního vzdělání v programu připraven také pro práci v prakticky zaměřených institucích (pracoviště základního i aplikovaného výzkumu, laboratorní provozy, metrologické instituce, instituce využívající informatiky, firmy apod.). Profil absolventa je modifikován studiem v konkrétním oboru programu:

- Absolvent oboru **Fyzika** má hlubší vhléd do problematiky disciplín teoretické fyziky a specializovaných disciplín matematiky. Charakter jeho matematicko-fyzikálního vzdělání je v podstatě univerzální a umožňuje uplatnění v různých typech fyzikálního výzkumu.
- Absolvent oboru **Astrofyzika** ovládne základy astrofyziky a kosmologie a seznámí se s typy astronomických pozorování a metodami popularizace vědy (uplatnění v profesi demonstrátora).
- Absolvent oboru **Biofyzika** je vzdělán v základních chemických, biochemických a biologických disciplínách potřebných pro vybudování obsahové vazby mezi fyzikálním a biofyzikálním vzděláním.

Profil absolventa bakalářského programu Aplikovaná fyzika: Díky fyzikálně-matematickému základu absolvovanému v rámci programu nezávisle na volbě oboru se absolvent může dobře uplatnit v základním i aplikovaném výzkumu celostátního i resortního charakteru, v laboratorních provozech a firmách, specializovaných laboratořích, metrologických institucích, institucích

využívajících informatiky apod. I když je primárně připravován na vstup do praxe, je rovněž připraven ke studiu v některém z oborů navazujícího programu Fyzika. Profil absolventa je opět modifikován v rámci oborů:

- Absolvent oboru **Laboratorní a měřicí technika** disponuje poznatky z elektroniky, měřicí techniky, mikrovlnné techniky, stopové analýzy prvků, analytických metod používaných v chemii a má základy analýzy minerálů a hornin, ovládá pravidla pro sběr a statistické vyhodnocování vzorků, má přehled a praktické zkušenosti v použití diagnostických a analytických metod využívajících fyzikální principy a moderní přístrojovou techniku.
- Absolvent oboru **Lékařská fyzika** je vybaven poznatky v lékařských disciplínách v rozsahu nezbytném pro kvalifikované uplatnění v lékařských oborech, má přehled o použití diagnostických a terapeutických metod využívajících fyzikálních principů a moderní přístrojové techniky, jeho zaměření jej předurčuje k práci na pracovištích využívajících lékařské přístrojové techniky.
- Absolvent oboru **Nanotechnologie – aplikovaná fyzika** je vybaven poznatky z elektroniky a vytváření polovodičových struktur a nanostruktur, analýzy povrchů, nanotechnologických a plazmových úprav materiálů, depoziční techniky, měřicí techniky. Má přehled a praktické zkušenosti v použití diagnostických a analytických metod pro přípravu a diagnostiku nanovrstev a nanostruktur. Uplatní se v pozicích, které zajistí rychlý transfer nanotechnologií do aplikační sféry.

Profil absolventa navazujícího magisterského programu Fyzika: Absolvent programu je schopen samostatné vědecké práce v příslušném oboru programu (viz přehled oborů v odstavci 1.2 této zprávy), v němž získá hluboké znalosti. Dokáže formulovat problémy v modelových představách a získávat a interpretovat experimentální data v co možná nejširším oboru metodik. Zvládá i problematiku mimo svoji specializaci, charakteristické je porozumění podstatě dějů ve fyzikálních systémech. Uplatní se na vysokoškolských pracovištích jako učitel i badatel, v dalších akademických pracovištích základního i aplikovaného výzkumu, případně ve výrobních podnicích, zejména s technologickým a přístrojovým zaměřením. Může pracovat také v jiných oborech než čistě fyzikálních, např. v biofyzice nebo chemii. Schopnost pokračovat v doktorském studiu je samozřejmá.

K posílení praktické složky profilu absolventa slouží nově koncipované speciální předměty Odborná praxe (týdenní nebo dvoutýdenní blokové praxe) realizované všemi ústavy. V období 2012–2016 absolvovalo tuto praxi 27 studentů.

Profil absolventa doktorského studijního programu Fyzika: Absolvent má hluboké znalosti fyziky v rámci oboru (viz přehled oborů v odst. 1.2 této zprávy). Je schopen samostatné tvůrčí vědecké práce doložené publikacemi v renomovaných fyzikálních časopisech. Má zkušenosti z dlouhodobé zahraniční stáže na kvalitním fyzikálním pracovišti, zná dobře standardy respektovaného výzkumu. Má schopnost aktivní komunikace v angličtině, případně v dalším světovém jazyce. Je rovněž schopen přizpůsobit se i problematice mimo svou specializaci, je dobře vybaven znalostmi a schopnostmi využívání výpočetní techniky. V experimentálních oborech ovládá metodiku a práci na složitých experimentálních zařízeních. Je schopen formulovat modelovou představu studovaného jevu, získat a interpretovat experimentální data. V teoretických oborech je schopen formulovat a řešit náročné problémy s přiměřeným matematickým aparátem. Najde uplatnění jako učitel a vědecký pracovník na vysokých školách, v ústavech Akademie věd ČR, ve výzkumných a vývojových laboratořích v průmyslu a specializovaných výzkumných ústavech. Uplatní se i v oblastech, které nejsou se vzděláním a výzkumem přímo spojeny – v manažerských funkcích, v oblastech státní správy apod. Nachází uplatnění ve fyzikálních institucích kdekoli ve světě.

B I. 2. Cíle, obsah a organizace studia v rámci dané oblasti vzdělávání jsou v souladu s posláním a strategickým záměrem vysoké školy a ostatními strategickými dokumenty vysoké školy.

Shrnutí sebehodnocení:

Cíle, obsah a struktura studia fyziky jsou v souladu s dlouhodobou strategií MU v oblasti vzdělávání (Dlouhodobý záměr Masarykovy univerzity na léta 2016–2020), vnitřními předpisy univerzity, celostátní legislativou a metodickými dokumenty Národního akreditačního úřadu (NAÚ).

Výsledek sebehodnocení:

Úplný soulad	Podstatný soulad	Částečný soulad	Nesoulad
---------------------	------------------	-----------------	----------

1.4 Záměr dalšího rozvoje vzdělávací činnosti v oblasti

Ve všech programech vzdělávací oblasti Fyzika se jako dosud počítá jak s prezenční, tak s kombinovanou formou studia. V obsahové oblasti rozvoje studijních programů je třeba za samozřejmou považovat průběžnou modifikaci a inovaci programů a jejich doporučených studijních plánů s ohledem na rozvoj fyziky a jejích oborů jako vědeckých disciplín. Forma a rozsah jednotlivých částí doporučených plánů budou přizpůsobeny legislativním změnám, konkrétně požadavkům NAÚ. V bakalářském a magisterském studiu půjde o programy se specializacemi a tvorbu bloků pro sdružené studium, ve studiu doktorském pak vzhledem k obsahové specifičnosti stávajících oborů programu Fyzika o transformaci oborů v samostatné programy. Počítá se s pokračující spoluprací s Lékařskou fakultou, v oborech spadajících pod oblast Učitelství pak i s mezifakultně koncipovanými studijními plány.

Tabulka 2: Přehled oborů a jejich pokrytí tematickými okruhy

		Mechanika	Termodynamika a kinetická teorie	Elektrina a magnetismus	Optika	Akustika	Základní struktura látek	Základy kvantové teorie	Principy fyzikálního měření	Experimentální metody	Zpracování dat	Teoretická mechanika	Teorie kontinua	Elektrodynamika	Teorie relativity, kvantová mechanika	Statistická fyzika	Matematická analýza	Lineární algebra a geometrie	Statistika a pravděpodobnost
Bc.	Fyzika se zaměřením na vzdělávání	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•
	Astrofyzika	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•
	Biofyzika	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•
	Fyzika	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•
	Laboratorní a měřicí technika	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•						•	•	•
	Lékařská fyzika	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•						•	•	•

	Nanotechnologie – aplikovaná fyzika	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•					•		•	•	•
Mgr.	Biofyzika						•			•	•									
	Fyzika kondenzovaných látek				•		•			•	•					•				
	Fyzika plazmatu		•							•										
	Teoretická fyzika a astrofyzika									•						•	•	•		
Ph.D. ⁵	Biofyzika									•	•									
	Fyzika kondenzovaných látek						•			•	•					•	•			
	Fyzika plazmatu						•			•	•									
	Obecné otázky fyziky ^{*)}																			
	Pokročilé materiály						•			•	•									
	Pokročilé nanotechnologie a mikrotechnologie						•			•	•									
	Teoretická fyzika a astrofyzika ^{*)}																			
	Vlnová a částicová optika				•											•	•			

1.4.1 Bakalářské studijní programy

V bakalářském studiu se počítá se zachováním a rozvojem stávajících programů Fyzika a Aplikovaná fyzika jakožto programů se specializacemi:

- program Fyzika, specializace Fyzika, Astrofyzika, Biofyzika,
- program Aplikovaná fyzika, specializace Laboratorní a měřicí technika a Nanotechnologie.

S ohledem na pravidla dokumentu NAÚ Doporučené postupy pro přípravu studijních programů je vytvářena modifikovaná koncepce doporučených studijních plánů, která umožňuje i případné sestavení bloků maior a minor pro sdružené studium. Programy zahrnují společný matematicko-fyzikální základ s mírně odlišným rozsahem: obecná fyzika, základy teoretické fyziky a předměty matematiky (matematická analýza, lineární algebra, geometrie, počítá se s posílením bloku matematických předmětů v oblasti statistických a numerických metod a zpracování dat a bloku programování) a předměty profilující specializace. Obsah programů v předmětech specializací bude průběžně obohacován o nové poznatky v souladu s rozvojem fyziky jako disciplíny.

V počáteční fázi bakalářského studia je a nadále bude věnována pozornost kompenzaci špatné přípravy maturantů zejména v oblasti matematiky. S tímto cílem jsou koncipovány podpůrné předměty (blokový Přípravný kurs na začátku prvního semestru, resp. doplňkové volitelné předměty z matematiky v průběhu studia).

⁵ Doktorské obory, zejména označené^{*)}, mohou obsahovat všechny sloupce (na úrovni převyšující úroveň magisterskou), a to podle zaměření disertační práce. V tomto smyslu je relevance tabulky poněkud sporná.

1.4.2 Navazující magisterské studijní programy

V navazujícím magisterském studiu se počítá s vyčleněním biofyziky jako samostatného programu. (V současnosti je Biofyzika oborem v rámci programu Fyzika.) Argumentem pro toto osamostatnění je specifčnost biofyziky jako vědní disciplíny, která vyžaduje vzdělávání budoucích absolventů nejen ve fyzice a podpůrných matematických předmětech, ale také v relevantních oblastech biochemie, chemie či biologie.⁶ Ostatní dosavadní obory se stanou specializacemi v rámci programu Fyzika (studijní program se specializacemi):

- Teoretická fyzika
- Astrofyzika
- Fyzika kondenzovaných látek
- Fyzika plazmatu

Blok předmětů společných všem specializacím bude zahrnovat svým způsobem univerzální teoretické a experimentální předměty již na pokročilé úrovni, potřebné pro vzdělání v každé fyzikální disciplíně (a jejich prostřednictvím dále rozvíjet hlubší fyzikální myšlení studentů již na tvůrčí úrovni), dále pak diplomovou práci a předměty k ní vázané (diplomové semináře, odborné semináře ústavů). Předměty specializace rozšíří fyzikální znalosti a praktické dovednosti studentů o specifické disciplíny a připraví je pro uplatnění těchto znalostí a dovedností v praxi v oborech specializace.

V rámci magisterského programu jsou studenti připravováni nejen na pokračování ve studiu doktorském, ale zejména pro budoucí povolání fyzika. V obou případech je již nyní respektována nutnost jejich přípravy pro uplatnění také v mezinárodním měřítku. Proto jsou některé předměty vyučovány v anglickém jazyce, a to jak stálými pracovníky fyzikálních ústavů (zařazení zahraničních pracovníků do stálého sboru akademických pracovníků zdaleka není výjimkou – např. na Ústavu teoretické fyziky a astrofyziky tvoří zahraniční pracovníci přes 30 % stálého sboru), tak pracovníky hostujícími (semestrální výuka při dlouhodobých, blokova při krátkodobých pobytech). Tento trend bude nadále udržován a rozvíjen.

1.4.3 Doktorské studijní programy

V doktorském studiu se předpokládá zachování a rozvíjení struktury stávajících oborů, avšak z organizačních důvodů již formou samostatných studijních programů. S ohledem na diskutované mírné změny zaměření budoucích programů je zvažováno několik podobných variant. V oblasti Fyzika budou vysoce pravděpodobně akreditovány tyto programy:

- Fyzika kondenzovaných látek
- Fyzika plazmatu
- Obecné otázky fyziky
- Teoretická fyzika
- Astrofyzika
- Vlnová a částicová optika
- Biofyzika

Cílem doktorského studia je připravit absolventy schopné nejen samostatné tvůrčí činnosti v disciplínách příslušných programů, ale schopné samostatného kritického a tvůrčího myšlení i v jiných oblastech fyziky, s nimiž se mohou setkat ve svých profesích, resp. v širších

⁶ V závěrečné fázi přípravy se nachází navazující magisterský program Radiologická fyzika (spolupráce s Lékařskou fakultou MU, fakultními nemocnicemi v Brně a Olomouci a Masarykovým onkologickým ústavem v Brně), který náleží do vzdělávací oblasti Zdravotnické obory.

souvislostech přírodních věd. Součástí doktorského studia je i příprava absolventů pro pedagogickou práci na vysokých školách. Cílem předmětů individuálních studijních plánů je další prohloubení a rozšíření fyzikálního zázemí, zejména v oblasti disciplín specifických pro program. Stěžejní součástí studia je zpracování disertační práce pod vedením školitele, příprava publikací, aktivní účast na konferencích. Složení státní doktorské zkoušky včetně splnění požadavků z angličtiny je většinou zařazováno do druhé poloviny studia, studium končí obhajobou disertační práce.

V oborech doktorského studia je vedle samozřejmé spolupráce s CEITEC (viz níže) účinně rozvíjena spolupráce s externími institucemi, zejména ústavy Akademie věd ČR (Ústav přístrojové techniky, Biofyzikální ústav, Astronomický ústav, Ústav fyziky materiálů), jejichž pracovníci jsou nezdědka školiteli a konzultanty disertačních prací.

2. TVŮRČÍ ČINNOSTI

B II. 1. Tvůrčí činnost související s danou oblastí vzdělávání odpovídá charakteru uskutečňované vzdělávací činnosti v dané oblasti vzdělávání, pro niž vysoká škola žádá institucionální akreditaci. Žádá-li vysoká škola o institucionální akreditaci pro oprávnění samostatně vytvářet a uskutečňovat bakalářské studijní programy akademického zaměření, magisterské studijní programy nebo doktorské studijní programy, musí uskutečňovat odpovídající vědeckou nebo uměleckou činnost; na tuto činnost se vztahují požadavky na tvůrčí činnost uváděné v těchto standardech pro institucionální akreditaci.

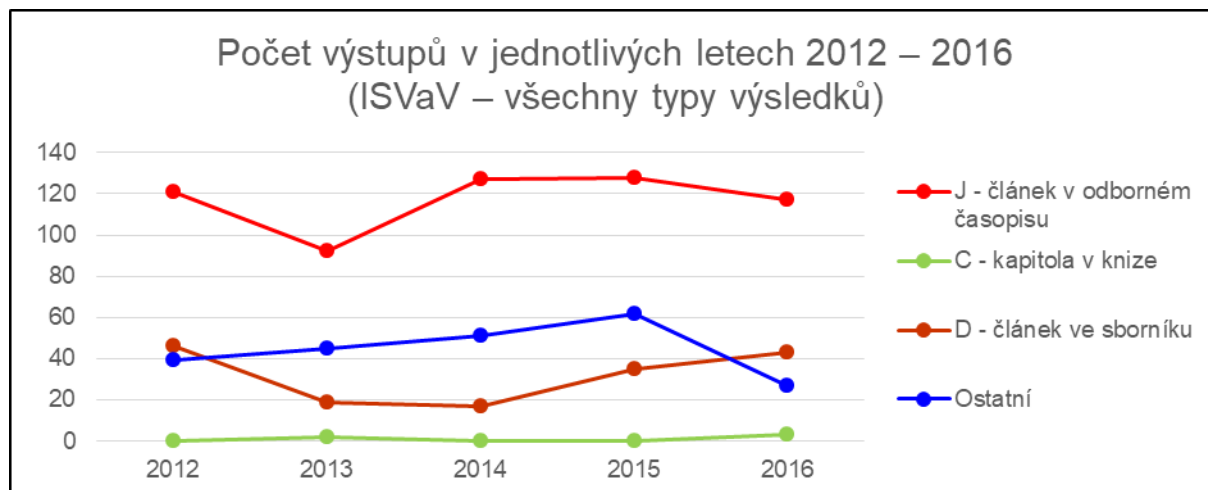
Shrnutí sebehodnocení:

Tvůrčí činnost ve fyzice plně odpovídá obsahu vzdělávání v oblasti Fyzika. Vědecká práce výzkumných týmů ústavů pokrývá všechny disciplíny programů a jejich specializací, vyznačuje se vysokým publikačním výkonem a kvalitou výsledků výzkumu na mezinárodní úrovni (viz níže). Propojení výzkumné činnosti s výukou, zejména v magisterských a doktorských programech, je samozřejmostí.

Výsledek sebehodnocení:

Úplný soulad	Podstatný soulad	Částečný soulad	Nesoulad
---------------------	------------------	-----------------	----------

Graf 2: Tvůrčí výkon související s oblastí Fyzika na MU (2012–2016)



2.1 Organizace tvůrčí činnosti, hlavní tematické okruhy

Tvůrčí činnost vázaná k vzdělávání ve fyzice je rozvíjena souběžně od založení Masarykovy univerzity v roce 1919, původně v oblastech teoretické fyziky a experimentální fyziky, v jejichž dílčích disciplínách dosáhla ve své době mezinárodního uznání (podrobněji viz úvodní pasáž k bodu 1.). Současná tvůrčí činnost na tuto tradici navázala. Je uskutečňována na třech fyzikálních ústavech (Ústav fyziky kondenzovaných látek, Ústav teoretické fyziky a astrofyziky, Ústav fyzikální

elektroniky), v rámci Centra pokročilých nanotechnologií a mikrotechologií Středoevropského technologického institutu (CEITEC) a dalších spolupracujících institucích. Kromě výzkumu ve specifických disciplínách širších oblastí vymezených názvy ústavů se pracovníci Ústavu teoretické fyziky a astrofyziky a Ústavu fyzikální elektroniky zabývají i tvůrčí činností v oblasti fyzikálního vzdělávání. V disciplínách, které se obsahově dotýkají či prolínají, ústavy spolupracují. Významná část výzkumné činnosti je podporována granty GA ČR a dalšími projekty (viz níže).

Převážný podíl tvůrčí činnosti ve fyzikálních oborech je soustředěn do několika výzkumných týmů se zapojením pracovníků i do několika z nich: Fyzika výbojů a diagnostika plazmatu, Povrchové úpravy materiálů / aktivace povrchu, Depozice tenkých vrstev, Diagnostika plazmatem upravených povrchů, Výzkum a vývoj plazmových generátorů, Fyzika kondenzovaných látek, Biofyzika, Teoretická fyzika, Kvantová optika, Astrofyzika, Fyzikální vzdělávání.

Celkově vytvářejí fyzikální ústavy celek s vysokým výzkumným výkonem a potenciálem (37 tvůrčích pracovníků na plný úvazek, 24 tvůrčích pracovníků na částečný úvazek, 10 postdoktorandů a 95 doktorandů). Na tvůrčí činnosti se rostoucí měrou, formou dlouhodobých i krátkodobých pobytů, podílejí zahraniční pracovníci (Universität Wien, Johannes Kepler Universität Linz, Universität Freiburg, ETH Zurich, Tallin University of Technology, University of Tartu, Dublin City University, National Technical University of Athens, University of Maryland, Wrocław University of Technology, Imperial College London, National University of Singapore, Paris Sud Orsay University, Princeton University a další). Roste i počet kmenových zaměstnanců ze zemí mimo ČR.

Výběrová řízení na místa akademických pracovníků a postdoktorandů jsou vypisována veřejně, s cílem získat pracovníky ze zahraničí. V posledních pěti letech byli přijati špičkoví pracovníci (Dominique Alain Geffroy, Jürgen Linus Wulff, Ernst Paunzen, Pawel Zieliński, David Campbell Cameron, Norbert Werner).

Výzkum je těsně spjat s výukou, a to již od bakalářské úrovně, kde se často promítá do bakalářských prací. Samozřejmostí je toto sepětí s navazujícími magisterskými a doktorskými programy, v nichž jsou specializované předměty, diplomové a disertační práce přímo napojeny na výzkumná témata ústavů či jednotlivých pracovníků. V rámci spolupráce se zahraničními institucemi absolvují studenti magisterského studia a doktorandi dle zájmu a doporučení školitele odborné stáže v zahraničí na pracovištích zabývajících se obdobnou výzkumnou problematikou. U studentů doktorského studia se uvažuje o zahrnutí stáže do povinné části studijního plánu.

Nezanedbatelný pozitivní vliv na fyzikální vzdělávání je třeba přičíst i rozsáhlé popularizační aktivitě učitelů a výzkumných pracovníků fyzikálních ústavů, jejímž prostřednictvím přibližují klasičtější a moderní problematiku fyzikálního výzkumu potenciálním uchazečům o studium i širší zainteresované veřejnosti – vedení prací Středoškolské odborné činnosti, populární přednášky pro veřejnost, semináře pro učitele středních škol, Univerzita třetího věku apod. (podrobněji viz níže).

Charakteristiky hlavních témat fyzikálního výzkumu

Tvůrčí činnost související s vzdělávací oblastí Fyzika je soustředěna do všech tří fyzikálních ústavů, které ve specifických tématech spolupracují. Vzhledem k tomu, že příslušnost pracovníků k týmům, resp. tématům je na jednotlivých ústavech organizována do jisté míry rozdílně, jsou jednotlivá témata prezentována v členění po ústavech.

Ústav fyzikální elektroniky

Fyzika výbojů a diagnostika plazmatu (dr. Pavel Dvořák, dr. Tomáš Hoder, dr. Zdeněk Navrátil, dr. Zdeněk Bonaventura, doc. Jozef Ráhel', dr. Jan Čech): Rozvoj ultrarychlé optické a sondové diagnostické techniky pro studium procesů formování elektrických výbojů, průzkum mechanismů formování makroskopicky homogenního plazmatu za atmosférického tlaku. Využití fyzikálních principů ovlivňujících vlastnosti plazmatu pro inovativní řešení plazmochemických a diagnostických systémů elektrických výbojů.

Povrchové úpravy materiálů / aktivace povrchu (prof. Mirko Černák, doc. Jozef Ráhel', doc. Pavel Šťáhel, dr. Dušan Kováčik, dr. Tomáš Homola, dr. Richard Krumpolec, dr. Zlata Tučková, dr. David Pavliňák): Studia elementárních interakcí plazmatu s povrchem materiálů a rozvoj problematiky studia časového vývoje plazmatem aktivovaných povrchových změn v plynném a kapalném prostředí. Realizace pilotních studií plazmové povrchové aktivace a hydrofilizace konkrétních materiálových systémů, především pro průmyslové aplikace.

Depozice tenkých vrstev (prof. Petr Vašina, doc. Vilma Buršíková, dr. Pavel Souček, dr. Jaroslav Hnilica): Studium procesů provádějících (reaktivní) magnetronové naprašování buzené pulzy vysokého výkonu, technologické využití získaných poznatků při depozici multifunkčních povlaků. Studium nových depozičních postupů pro přípravu nanostrukturovaných a nanolaminovaných tenkých vrstev při nízkém i atmosférickém tlaku. Optimalizace průmyslových depozičních procesů pro růst vrstev s cílenými užitnými vlastnostmi.

Diagnostika plazmatem upravených povrchů (doc. Vilma Buršíková, prof. Ivan Ohlídál, dr. Monika Stupavská, dr. Jana Jurmanová, dr. Daniel Franta): Vývoj metod kvantitativního zhodnocení změn povrchových vlastností materiálů vyvolaných jejich interakcí s plazmatem. Vývoj metod pro komplexní charakteristiku struktury a chemického složení vrstev a nanokompozitů připravených s využitím plazmatu. Aplikace nano- a mikroindentační techniky pro zhodnocení adheze vrstev vytvořených s využitím plazmatu a adheze biomateriálů na plazmatem upravených površích.

Výzkum a vývoj plazmových generátorů (doc. Pavel Šťáhel, doc. Jozef Ráhel', dr. Dušan Kováčik, dr. Miroslav Zemánek): Výzkum a vývoj plazmových generátorů určených pro povrchové plazmové úpravy různých materiálů za atmosférického tlaku, které vyžadují důsledné pochopení a osvojení problematiky nestabilit v plazmatu. Využití a optimalizace plazmových zdrojů pro průmyslové aplikace.

Ústav fyziky kondenzovaných látek

Ústav zahrnuje dva velké týmy, jejichž tvůrčí činnost je tematicky odlišná: Fyzika kondenzovaných látek a Biofyzika. V rámci týmů je řešena řada témat, která se mnohdy prolínají.

Tým Fyzika kondenzovaných látek se zabývá výzkumem struktury, elektronové struktury a optické odezvy vybraných pokročilých materiálů. Cílem je určení a objasnění vlastností těchto materiálů zajímavých v kontextu základního výzkumu, popřípadě i potenciálních aplikací.

Polovodičové nanostruktury (dr. Petr Klenovský, prof. Josef Humlíček, dr. Ondřej Caha, dr. Dušan Hemzal, doc. Dominik Munzar): Od devadesátých let minulého století jsou experimentálně i teoreticky studovány fyzikální vlastnosti nanostruktur z polovodičů III–V, zpočátku kvantové jámy v systému GaAs/AlAs, v současnosti je výzkum zaměřen na kvantové tečky typu II, kde jsou prostorově odděleny elektrony a díry. Potenciální aplikace jsou v oblasti generace světla a v oblasti informačních technologií.

Technologicky významné objemové polovodiče (prof. Josef Humlíček, dr. Ondřej Caha, doc. Petr Mikulík, dr. Filip Munz a dr. Mojmír Meduňa): V rámci intenzivní spolupráce s firmou On Semiconductor jsou dlouhodobě studovány vlastnosti křemíku a nitridu galia, s přímým dopadem do oblasti vývoje nových polovodičových součástek. K tématu se váže řada dalších studií, např. studium strukturních vlastností mikropilířů z polovodičových materiálů na křemíkovém substrátu ve spolupráci s ETH v Zurichu pro účely vývoje nové generace detektorů rtg záření.

Supravodivost a magnetismus v oxidech a pniktidech přechodových kovů, zejména v kuprátových supravodičích, supravodivých arsenidech železa, oxidech se silnou spin-orbitální vazbou, feromagnetických kobaltátech a oxidových multivrstvách (prof. Josef Humlíček, doc. Adam Dubroka, doc. Dominik Munzar, dr. Jiří Chaloupka, dr. Dominique Geffroy): Ve spolupráci s MPI Stuttgart a Uni Fribourg je již přes 20 let studována optická odezva kuprátových supravodičů. Tým

významně přispěl k naměření optických spekter a jejich interpretaci (vyvození důsledků pro mechanismus supravodivosti). Tým se podílí na studiu supravodivosti a magnetických jevů v supravodivých arsenidech železa a v multivrstvách se supravodivými složkami. Ve spolupráci s MPI Stuttgart je rozvíjena teorie magnetických vlastností voštinových iridátů Na_2IrO_3 a Li_2IrO_3 a oxidů ruthenia. Experimentálně je studován feromagnetismus v kobaltátech.

Topologické izolanty (dr. Ondřej Caha, prof. Václav Holý, doc. Adam Dubroka, prof. Josef Humlíček, dr. Jiří Novák): Topologické izolanty mají specifické povrchové vlastnosti (kovové chování) oproti objemu (izolant). Ve spolupráci s Univerzitou Linz a Univerzitou Karlovou je od roku 2012 zkoumána struktura a optická odezva tenkých vrstev topologických izolantů s cílem nalézt optimální módy růstu vrstev a zjistit, jak se mění tzv. Diracův kužel v závislosti na složení.

Organické polovodiče a molekulární nanomagnety (dr. Jiří Novák, prof. Václav Holý, dr. Filip Munz): Ve spolupráci s Univerzitou Tübingen jsou zkoumány tepelná stabilita vrstev organických polovodičů a struktury jejich binárních směsí, důležité pro budoucí aplikace v solárních článcích nebo tranzistorech. Ve spolupráci s Univerzitou Stuttgart jsou studovány vlastnosti „molekulárních nanomagnetů“ – organických molekul s navázaným atomem magnetického prvku. Vrstvy nanomagnetů jsou připravovány metodou Langmuira-Blodgettové, studovány pomocí rentgenové difrakce, mikroskopie atomových sil a magnetooptických metod.

Tým Biofyzika: Do výzkumu je na Masarykově univerzitě zapojena řada výzkumných skupin, z nichž uvádíme ty, které se bezprostředně podílí na výchově studentů biofyziky. Jde o skupinu dr. Karla Kubíčka a prof. Jiřího Kozelky na Ústavu fyziky kondenzovaných látek MU, skupiny dr. Pavla Plevky, doc. Lukáše Trantírka a doc. Roberta Váchy na CEITEC MU a skupiny prof. Viktora Brabece a prof. Jiřího Šponera na Biofyzikálním ústavu AV ČR v Brně.

Struktura a dynamika biomolekul (dr. Karel Kubíček, prof. Jiří Kozelka, dr. Nad'a Špačková, dr. Dušan Hemzal, prof. Jiří Šponer, dr. Judita Šponer): Struktura a dynamika biomolekul a jejich komplexů je studována experimentálně metodou NMR, pomocí Ramanovy spektroskopie a molekulového modelování. V oblasti modelování patří skupina prof. Šponera ke světové špičce.

Struktura a replikační cyklus virů a jejich interakce s imunitním systémem (dr. Pavel Plevka se spolupracovníky): Jsou zkoumány metodami molekulového modelování, molekulární biochemie, rentgenové krystalografie a cryo-elektronové mikroskopie.

Studium nukleových kyselin v živých buňkách pomocí nukleární magnetické rezonance, tzv. in-cell (doc. Lukáš Trantírek se spolupracovníky): Optimalizace technik a nalezení „markerů“ rychle a jednoznačně vypovídajících o struktuře DNA v nativním prostředí.

Teoretické modelování vzniku membrán a jejich interakcí s lipidy, proteiny a viry (dr. Robert Vácha se spolupracovníky): Jsou využívány a vyvíjeny teoretické a výpočetní nástroje pro molekulové modelování od „zhrubených modelů“ až po tzv. all-atom simulace.

Studium vlastností komplexů nukleových kyselin s platinou, rutheniem apod., zejména jejich protinádorových účinků (prof. Viktor Brabec, dr. Olga Nováková, dr. Oldřich Vrána): Problematika je úspěšně studována řadu let. Jsou využívány biologické, biofyzikální a biochemické techniky.

Ústav teoretické fyziky a astrofyziky

Tým Teoretická fyzika (dr. Klaus Bering Larsen, doc. Franz Hinterleitner, doc. Josef Klusoň, prof. Rikard von Unge, dr. Linus Wulff) zahrnuje několik menších odborných skupin zabývajících se problémy moderní teoretické fyziky.

Superstruny a supersymetrie (dr. Klaus Bering, doc. Josef Klusoň, prof. von Unge, dr. Linus Wulff): Role supersymetrie v teorii pole a strunové teorii. Vlastnosti a formalismus supersymetrických teorií.

Algebraické vlastnosti teorie pole (Bering): BRST kvantování je podstatou moderní matematické kvantové teorie. Je studována struktura a teoretický základ programu BRST.

Integrabilní modely v teorii strun (Klusoň, Wulff): Integrabilita pomáhá najít řešení pohybových rovnic. V teorii strun je důležité hledat integrabilní prostoročasy, kde je pohybující se struna popsána integrabilním modelem, teorii lze kvantovat a najít její exaktní excitace a spektrum.

Alternativní teorie gravitace (Klusoň): Studium matematických vlastností alternativní teorie gravitace včetně teorie Hořava-Lifshitzova typu, bimetrického typu nebo typu $f(R)$.

Geometrická analýza a variační počet (prof. Jana Musilová, dr. Michael Krbek): Variační počet na fibrovaných prostorech, variační posloupnost na konečných jetech, neholonomní mechanika, aplikace geometrických metod v matematické a teoretické fyzice. Problematika je řešena ve spolupráci s Ústavem matematiky a statistiky Přírodovědecké fakulty MU a Katedrou matematiky Přírodovědecké fakulty Ostravské univerzity).

Tým Kvantová optika (prof. Tomáš Tyc)

Transformační optika: Optika založená na geometrických transformacích prostoru a souvisejících profilech indexu lomu, které tyto transformace generují. Design neviditelných plášťů.

Analogie mechaniky a optiky: Geometrická optika úzce souvisí s hamiltonovskou mechanikou, proto lze poznatky jednoho oboru úspěšně využít v tom druhém a naopak. Na základě separace Hamiltonovy-Jacobiho rovnice v mechanice jsou navrženy tzv. absolutní optické instrumenty neboli dokonalé čočky a zkoumány jejich obecné vlastnosti.

Zobrazování pomocí multimódových optických vláken: Klasické endoskopy fungují na principu svazku mnoha optických vláken, z nichž každé přenáší jeden pixel obrazu. Multimódové vlákno sice dokáže přenést celý obraz, jeho dešifrování je však velmi obtížné. Ve spolupráci s kolegy ve Skotsku bylo dosaženo významného pokroku k zobrazování optickými vlákny.

Tým Astrofyzika

Studium chemicky pekuliárních hvězd (prof. Jiří Krtička, prof. Zdeněk Mikulášek, doc. Ernst Paunzen, doc. Miloslav Zejda, dr. Jan Janík): Spektroskopický a fotometrický výzkum chemicky pekuliárních hvězd, vyhledávání nových chemicky pekuliárních hvězd s využitím přehlídkových dat a vlastního speciálního fotometrického systému. Studium pozorované fotometrické proměnnosti chemicky pekuliárních hvězd a její dlouhodobé změny. Aplikace modelů atmosfér pro teoretické předpovědi proměnnosti hvězd. Pro spektroskopické studium chemicky pekuliárních hvězd jsou využívána spektra z různých oborů.

Studium otevřených hvězdokup (doc. Ernst Paunzen, doc. Miloslav Zejda, dr. Jan Janík, Mgr. Pawel Zieliński): Studium otevřených hvězdokup je založeno na celosvětově výjimečné databázi WEBDA. Jsou sledovány fyzikální charakteristiky hvězdokup, jejich rozložení v Galaxii. V jednotlivých hvězdokupách jsou studovány proměnné hvězdy.

Fyzika okolohvězdného prostředí (prof. Zdeněk Mikulášek, prof. Jiří Krtička, doc. Ernst Paunzen, doc. Miloslav Zejda, dr. Jan Janík, d. Filip Hroch, doc. Norbert Werner, Mgr. Iva Krtíčková, dr. Ing. arch. Petr Kurfürst): Studium okolohvězdného prostředí horkých hvězd, zejména hvězdných větrů a odtékajících disků rychle rotujících hvězd. Byl vytvořen unikátní program pro modelování hvězdného větru horkých hvězd, je využíván pro studium větrů hvězd různých typů. Pro studium okolohvězdných disků se využívají vlastní numerické simulace. Teoretické modely jsou ověřovány pomocí spektroskopických pozorování.

V rámci všech zmíněných témat existuje dlouhodobá mezinárodní spolupráce a četné společně publikované výsledky se zahraničními pracovišti.

Kromě výše uvedených témat se pracovníci Ústavu teoretické fyziky a astrofyziky (ÚTFA) a Ústavu fyzikální elektroniky (ÚFE) věnují problematice fyzikálního vzdělávání.

Týmy Fyzikální vzdělávání (ÚTFA: dr. Jiří Bartoš, dr. Lenka Czudková, dr. Michael Krbek, doc. Aleš Lacina, prof. Jana Musilová, dr. Pavla Musilová, prof. Tomáš Tyc, doc. Vladimír Štefl, ÚFE: doc. Zdeněk Bochníček, dr. Pavel Konečný, dr. Jana Jurmanová, dr. Zdeněk Navrátil): Výzkum v oblasti fyzikálního vzdělávání, publikační a výuková činnost v oblasti témat praktické didaktiky fyziky, popularizační přednášky pro veřejnost (VIDA – Science centrum Brno, přednášky na Hvězdárně a planetáriu Brno, Noc vědců – každoročně, pravidelné semináře pro středoškolské učitele fyziky Fyzikální kavárna), úspěšné vedení prací Středoškolské odborné činnosti⁷, vzdělávací a zážitkové pobyty pro středoškoláky ad.).

⁷ J. Bartoš a J. Musilová vedli práci Experimentální studium valivých pohybů studenta 2. ročníku gymnázia L. Vozdeckého – vítěze celostátní soutěže SOČ 2014 a renomované mezinárodní soutěže Evropské unie pro mladé vědce EUCYS (European Union Contest for Young Scientists) 2014. Výsledky práce (L. Vozdecký, J. Bartoš, J. Musilová) byly publikovány v *European Journal of Physics* **35** (2014), 5(055004), 16 s.

A IV. 2. Vysoká škola předkládá zhodnocení nejvýznamnějších aktivit vysoké školy v tvůrčí činnosti za posledních pět let v oblasti vzdělávání, pro kterou vysoká škola žádá o institucionální akreditaci.

Shrnutí sebehodnocení:

Vazba tvůrčí činnosti a vzdělávání v oblasti Fyzika je přímá, dopad standardních i excelentních výsledků do výuky, zejména specializované formou profilujících předmětů a závěrečných prací, je bezprostřední – považujeme je za dostatečný. Vazbu výzkumu a výuky posiluje věcné i formální (úvazky) zapojení studentů magisterského a doktorského studia na řešení grantů, v jejichž získávání, realizaci a hodnocení patří fyzikální ústavy v rámci univerzity k velmi úspěšným.

Výsledek sebehodnocení:

Úplný soulad	Podstatný soulad	Částečný soulad	Nesoulad
---------------------	------------------	-----------------	----------

2.2 Nejvýznamnější aktivity vysoké školy v tvůrčí činnosti, hlavní tematické okruhy

V pětiletém období 2012–2016 řešily či řeší fyzikální ústavy celkem 145 projektů, z toho: 31 projektů Grantové agentury ČR, 14 projektů Technologické agentury ČR, 4 projekty evropských strukturálních fondů, 2 projekty SoMoPro, 1 projekt ESA, 44 projektů MŠMT a MPO, 47 projektů Grantové agentury MU a Fondu rozvoje MU, 1 projekt MMR, 1 výzkumné centrum.

Nejvýznamnější projekty (výběr – období 2012–2016 a současnost):

CEPLANT plus (Ústav fyzikální elektroniky, 2015–2019)

Mezinárodně významný projekt Národního programu udržitelnosti – Rozvoj centra pro nízkonákladové plazmové a nanotechnologické povrchové úpravy (CEPLANT plus) s celkovým rozpočtem 214 mil. Kč se soustředí na posílení základního výzkumu v rámci výzkumného centra reagujícího na požadavky nových povrchových technologií a materiálů pro potřeby průmyslu, vybudovaného v úspěšně ukončeném projektu VaVpI CEPLANT – Regionální VaV centrum. Prostřednictvím centra CEPLANT je ústav zapojen do mezinárodní sítě v oblasti klíčových technologií KETs Technology centres (KETs – Key Enabling Technologies), vzniklé z iniciativy Evropské komise. Centrum bylo uznáno jako výzkumná infrastruktura, která bude zařazena na Cestovní mapu velkých výzkumných infrastruktur České republiky při následující aktualizaci (začátkem roku 2018). V roce 2016 byly Ústav fyzikální elektroniky a centrum CEPLANT spoluorganizáteli mezinárodní konference HAKONE XV – International Symposium on High Pressure Low Temperature Plasma Chemistry.

Projekty z oblasti fyziky kondenzovaných látek (Ústav fyziky kondenzovaných látek)

- Výzkum a vývoj nových technologií výroby bipolárního tranzistoru s izolovaným hradlem, řešitel Josef Humlíček, TA ČR, od 1. 1. 2015 do 31. 12. 2017.
- Nové polovodičové materiály a součástky s velkou šířkou zakázaného pásu, řešitel Josef Humlíček, TA ČR, od 1. 1. 2015 do 31. 12. 2017.
- Mikroskopické modely magnetismu supravodivých pniktidů železa a vrstevnatých oxidů iridia, řešitel Jiří Chaloupka, GA ČR, od 1. 1. 2015 do 31. 1. 2017.
- TWINFUSYON – Twinning for Improving Capacity of Research in Multifunctional Nanosystems for Optronic Biosensing, řešitel Josef Humlíček, Evropská unie (programový rámec: Horizon 2020), 1. 1. 2016 až 31. 12. 2018.
- Nové polovodičové struktury pro pokročilé elektronické aplikace, řešitel Ondřej Čaha, TA ČR, od 1. 1. 2017 do 30. 6. 2020.

Projekty z oblasti biofyziky (Ústav fyziky kondenzovaných látek)

- Zásadní význam fosforylace YS. Studium interakce mezi CTD a transkripčním elongačním faktorem Spt6, řešitel Karel Kubíček, GA ČR, od 1. 1. 2015 do 31. 2. 2017.

- Amphiphilic Peptides at Phospholipid Membranes, řešitel Robert Vácha, GA ČR, od 1. 1. 2017 do 31. 12. 2019.
- Structural studies of human picornaviruses directed towards development of anti-viral compounds, řešitel Pavel Plevka, Evropská unie (programový rámec: 7. rámcový program EU, ERC), od 1. 3. 2014 do 28. 2. 2019.

Projekt zaměřený na inovaci doktorského studia fyziky na MU: Inovace oborů Fyzika plazmatu, Biofyzika, Fyzika kondenzovaných látek a Teoretická fyzika a astrofyzika doktorského programu Fyzika na PřF MU, řešitel Dominik Munzar, MŠMT (Programový rámec: OP VVV), od 1. 9. 2017 do 30. 9. 2022.

Pozn.: V oblasti fyziky kondenzovaných látek a oblasti biofyziky využívají badatelé unikátní zařízení získaná v rámci projektu CEITEC. Část činností je finančně podporována z prostředků národního programu udržitelnosti navazujícího na projekt CEITEC. MU se jako partner účastní níže uvedených projektů podporujících výzkumnou infrastrukturu centra Nano-mikro CEITEC:

- CEITEC Nano, řešitel části MU Josef Humlíček, MŠMT (programový rámec: Velké infrastruktury pro výzkum, vývoj a inovace), 1. 1. 2016 až 31. 12. 2019.
- Back for the Future (Back4Future): Upgrading the Centre of Excellence for Advanced Materials and Nanostructures, řešitel části MU Josef Humlíček, Evropská unie (programový rámec: Horizon 2020), 1. 9. 2017 až 31. 8. 2018.

Projekt z oblasti kvantové optiky (Ústav teoretické fyziky a astrofyziky): Zapojení do projektu Gate2u (řešitel Dr. Tomáš Čížmár, Ústav přístrojové techniky AV ČR) na implementaci mikroskopických technologií pomocí optických vláken.

Výzkumné centrum (Ústav teoretické fyziky ve spolupráci s Ústavem matematika a statistiky): Centrum Eduarda Čecha.

Vybrané výsledky s vazbou k vzdělávání v oblasti Fyzika

Následující tabulka uvádí výběr nejvýznamnějších výsledků dosažených pracovníky fyzikálních ústavů v přímé souvislosti s vzděláváním v oblasti Fyzika. Vzhledem k vysokému vědeckému výkonu fyzikálních ústavů a omezenému rozsahu této zprávy zůstává řada dalších zásadních výsledků neuvedena. Z výběru je také zřejmá konstruktivnost a efektivita týmové práce fyzikálních ústavů a intenzivní spolupráce na mezinárodní úrovni.

Výsledek	Autoři	Charakteristika, dopad
Electronic structure of InAs quantum dots with GaAsSb strain reducing layer: Localization of holes and its effect on the optical properties, Applied Physics Letters 97, 203107 (2010). Excitonic structure and pumping power dependent emission blue-shift of type-II quantum dots, Scientific Reports (Nature Publishing Group) 7, 45568 (2017).	P. Klenovský, V. Krápek, D. Munzar, J. Humlíček, D. Hemzal, P. Steindl, D. Geffroy (skupina pracovníků MU)	Elektronová struktura a fotoluminiscence kvantových teček typu II: Objasnění nečekaně citlivé závislosti umístění děrových stavů v kvantových tečkách InAs/GaAs na vlastnostech vrstev překrývajících tečky, souvislosti mezi umístěním děrových stavů a polarizační závislostí fotoluminiscence a řady vlastností fotoluminiscence kvantových teček s prostorovým oddělením elektronových a děrových stavů, tzv. kvant. teček typu II.
Optical functions of silicon from reflectance and ellipsometry on	J. Humlíček (MU), J. Šik (On	Určení optické odezvy křemíku v oblasti energií pod nástupem

silicon-on-insulator and homoepitaxial samples, Journal of Applied Physics 118, 195706 (2015).	Semiconductor)	přímé absorpce s bezprecedentní přesností. Spolupráce s firmou On Semiconductor.
Kitaev-Heisenberg Model on a Honeycomb Lattice: Possible Exotic Phases in Iridium Oxides A_2IrO_3 , Physical Review Letters 105, 027204 (2010). Zigzag Magnetic Order in the Iridium Oxide Na_2IrO_3 , Physical Review Letters 110, 097204 (2013).	J. Chaloupka (MU), G. Jackeli, G. Khaliullin (oba MPI FKF Stuttgart)	Určení spinových stavů voštinových iridátů: První z řady článků přináší spinový Kitaevův-Heisenbergův hamiltonián pro popis výměnné interakce mezi ionty Ir ve voštinových iridátech a ukazuje, jak závisí spinové stavy na jeho parametrech. Jde o průlomovou studii, která je k 18. 8. 2017 již více než 300krát citována. Navazující práce pojednávají o rozšířeních / zpřesněních hamiltoniánu a spinových fázových diagramů, motivovaných novými experimentálními daty.
Growth, Structure, and Electronic Properties of Epitaxial Bismuth Telluride Topological Insulator Films on BaF_2 (111) Substrates, Crystal Growth & Design 13, 3365 (2013).	O. Caha, A. Dubroka, J. Humlíček, V. Holý, H. Steiner, M. Ul-Hassan, J. Sanchez-Barriga, O. Rader, T. N. Stanislavchuk, A. A. Sirenko, G. Bauer, G. Springholz	Kvalitní epitaxní vrstvy topologických izolantů Bi_2Te_3 a $BiTe$ na substrátu BaF_2 (111): Příprava kvalitních vrstev topologických izolantů metodou molekulární epitaxe. Vrstvy mimo jiné vykazují topologicky chráněné povrchové stavy. Spolupráce MU, Uni Linz, Helmholtzovo centrum Berlín, New Jersey Institute of Technology.
Magneto-optical investigations of molecular nanomagnet monolayers. Dalton Transactions 45, 7555 (2016).	J. Rozbořil, Y. Rechkemmer, D. Bloos, F. Munz, Ch. Wang, P. Neugebauer, J. Čechal, J. Novák, J. van Slageren	Komplexní studie monovrstev molekulárních nanomagnetů demonstrující mimo jiné možnosti určovat jejich magnetické vlastnosti pomocí magnetického cirkulárního dichroismu.
Structural insight into recognition of phosphorylated threonine-4 of RNA polymerase II C-terminal domain by Rtt103p, EMBO Rep. 2017 18(6):906-913.	O. Jasnovidová, M. Krejčíková, K. Kubíček, R. Štefl	První pozorování interakce Rtt103 s threoninem: První strukturně biologická studie interakce Rtt103 s fragmentem C-terminální domény (CTD) RNA polymerázy II fosforylované na pozici threoninu 4. Dosud se předpokládalo, že Rtt103 může interagovat pouze s CTDfosforyl.

		na serinu 2. Studie ukázala, že interakce je možná i threoninem, což může mít velký význam při pochopení tzv. CTD-kódu.
GM1 Ganglioside Inhibits β -Amyloid Oligomerization Induced by Sphingomyelin, <i>Angew. Chem. Int. Ed. Engl.</i> 2016 55(32):9411-5.	M. Amaro, R. Šachl, G. Aydogan, I. I. Mikhalyov, R. Vácha, M. Hof	β -amyloidy jsou neurotoxické oligomery způsobující Alzheimerovu chorobu. Práce ukazuje, že GM1 může působit preventivně proti vzniku a shlukování β -amyloidů, a dojde-li k poklesu jeho hladiny ve tkáni např. stárnutím, může to být jedna z příčin, proč Alzheimer propukne.
Generation of a high-density highly non-equilibrium air plasma for high-speed large-area flat surface processing. <i>Plasma Physics and Controlled Fusion</i> , Bristol, UK: Institute of Physics Publishing, 2011, č. 53, s. 1–8.	M. Černák, D. Kováčik, J. Ráhel', P. Sťahel, A. Zahoranová, J. Kubincová, A. Tóth, L'. Černáková	Generace plazmatu pro in-line průmyslové aplikace: Vyvinuto zařízení pro generaci nízkoteplotního plazmatu, které lze využít v průmyslu pro povrchové ošetření materiálů přímo na výrobních linkách, kde se zpracovávají materiál pohybující vysokými rychlostmi (řádově 10^2 m/s).
1. Determination of titanium atom and ion densities in sputter deposition plasmas by optical emission spectroscopy, <i>Plasma Sources Sci. Technol.</i> 24 (2015) 065022 (13pp). 2. Superhard nanocomposite nc-TiC/a-C:H coatings: The effect of HiPIMS on coating microstructure and mechanical properties, <i>Surf. Coat. Technol.</i> 311 (2017) 257–267.	P. Vašina, M. Fekete, J. Hnilica, P. Klein, L. Dosoudilová, P. Dvořák, Z. Navrátil P. Souček, J. Daniel, J. Hnilica, K. Bernátová, L. Zábranský, V. Buršíková, M. Stupavská, P. Vašina	Vývoj metody pro analýzu částic v plazmatu: Pro pochopení procesu magnetronového naprašování pomocí pulzů vysokého výkonu byla vyvinuta metoda analýzy částic v plazmatu. Toho bylo následně využito pro přípravu supertvrdých povlaků a byl objasněn vztah mezi depozičními parametry procesu naprašování, strukturou povlaků a jejich mechanickými vlastnostmi.
1. Positive Streamer Formation in Cathode Region of Pulsed High-Pressure Discharges for Transversely Excited Atmosphere Laser Application. <i>Journal of Applied Physics</i> , USA: American Institute of Physics, 2011, roč. 110/2011, č. 5, s. 053303-1 – 053303-9. 2. , High-resolution measurements	M. Černák, D. Bessieres, J. Paillol T. Hoder,	Teorie streamerovského průrazu plynu: Poznání mechanismu výbojů v plynech při tlacích blízkých atmosférickému je dodnes plně kontroverzí. K posledním neznámým patřily mechanismy katodových nestabilit v TEA laserech a Trichelova pulzu v negativní koróně, a to hlavně díky tomu, že jde o extrémně rychlé (stovky pikosekund) a extrémně malé

<p>of the electric field at the streamer arrival to the cathode: A unification of the streamer-initiated gas-breakdown mechanism, <i>Physical review E</i>, USA: APS, 2012, roč. 86, č. 5, s. 055401-1 – 055401-5.</p>	<p>M. Černák, J. Paillol, D. Hugues, D. Loffhagen, R. Brandenburg</p>	<p>(desítky mikrometrů) náhodné procesy. Černák et al. řešil teoreticky první problém a Hoder et al. experimentálně problém Trichelových pulsů. Práce potvrdily přítomnost mikroskopického katodového streameru, sjednocena teorie streamerovského průrazu plynu.</p>
<p>1. The transition between different modes of barrier discharges at atmospheric pressure. <i>Journal of Physics D: Applied Physics</i>, Bristol, England: IOP Publishing Ltd., 2009, roč. 42, č. 8.</p> <p>2. Diffuse alpha-mode atmospheric pressure radio-frequency discharge in neon. <i>Plasma Sources Science & Technology</i>, 2014, roč. 23, č. 4.</p>	<p>R. Brandenburg, Z. Navrátil, J. Jánský, P. Šťahel, D. Trunec, H.-E. Wagner</p> <p>Z. Navrátil, L. Dosoudilová, R. Josephson, P. Dvořák, D. Trunec</p>	<p>Podařilo se prokázat existenci difúzního radiofrekvenčního výboje v neonu za atmosférického tlaku. Hodnotu práce (Brandenburg et al.) naznačuje fakt, že byla v časopise přijata jako „letter“. Ve spolupráci s univerzitou v Greifswaldu (Německo) se pak studuje stabilita difúzního režimu výboje za atmosférického tlaku.</p>
<p>1. Electric field determination in streamer discharges in air at atmospheric pressure. <i>Plasma Sources Science & Technology</i>, 2011, roč. 20, č. 3, 035012.</p> <p>2. Influence of the angular scattering of electrons on the runaway threshold in air. <i>Plasma Physics and Controlled Fusion</i>, 2016, roč. 58, č. 4, 044001,</p>	<p>Z. Bonaventura, A. Bourdon, S. Celestin, V. P. Pasko</p> <p>O. Chanrion, Z. Bonaventura, A. Bourdon, T. Neubert</p>	<p>Studium vlivu úhlového rozptylu elektronů na práh pro ubíhající elektrony a vlivu konečného prostorového a časového rozlišení při záznamu optických emisí dusíku a předpokladu stacionárního stavu na stanovení elektrického pole ve streamerových výbojích ve spolupráci s přední univerzitou École Polytechnique, Laboratoire de Physique des Plasmas. Článek (Chanrion et al.) byl vybrán do exkluzivní kolekce Highlights of 2016 v <i>Plasma Physics and Controlled Fusion</i> jako jeden z nejstahovanějších za rok 2016 v tomto časopise.</p>
<p>Broadband invisibility by non-Euclidean cloaking. <i>Science</i> 323 (2009), 5910, 110–112.</p>	<p>U. Leonhardt, T. Tyc</p>	<p>V článku je navržen nový typ neviditelného pláště, který na rozdíl od předchozích návrhů může pracovat širokospektrálně, protože index lomu je všude nenulový. Toho je dosaženo pomocí kombinace neeuclidovské geometrie a transformační optiky. (195 citací ve WoS.)</p>

<p>An omnidirectional retroreflector based on the transmutation of dielectric singularities. <i>Nature Materials</i> 8 (2009), 8, 639–642.</p>	<p>Yun Gui Ma, C.K. Ong, T. Tyc, U. Leonhardt</p>	<p>První úspěšná experimentální demonstrace Eatonovy čočky navržené r. 1952. Konstrukce využívá metody transmutace singularit pro eliminování nekonečného indexu lomu ve středu čočky. Retroreflektivní efekt čočky byl zřetelně pozorován. Práce dokládá, že funkce transmutované Eatonovy čočky je v dokonalém souhlasu s teorií. (83 citací WoS.)</p>
<p>Seeing through chaos in multimode fibres. <i>Nature Photonics</i> 9(8) (2015), 529–535.</p>	<p>M. Plöschner, T. Tyc, T. Čižmár</p>	<p>Experimentální vyvrácení všeobecně přijímaného názoru, že multimódová vlákna jsou nepredikovatelné optické systémy. Práce dokazuje, že pomocí dostatečně přesného teoretického modelu mohou komerčně dostupná multimódová vlákna fungovat jako extrémně přesné optické komponenty. (49 citací Scopus.)</p>
<p>Hořava-Lifshitz $f(R)$ gravity. <i>JHEP</i> 0911 (2009) 078.</p>	<p>J. Klusoň</p>	<p>Práce předkládá originální konstrukci nového typu $f(R)$ gravitace, kdy vycházíme ze slavné Hořavovy-Lifšicovy teorie. Článek je hojně citován a je považován za vůbec první zobecnění Hořavovy-Lifšicovy teorie na případ $f(R)$ gravitace.</p>
<p>Branes at Quantum Criticality. <i>JHEP</i> 0907 (2009) 079.</p>	<p>J. Klusoň</p>	<p>V práci je navržena nová $(p+1)$-dimensionální nerelativistická teorie, v níž potenciální člen splňuje princip detailní rovnováhy, kde generující akce odpovídá akci pro p-dimensionální brány. Tato formulace úzce souvisí se slavnou Hořavovou-Lifšicovou teorií. Jedná se o jeden z prvních článků zobecňujících princip detailní rovnováhy na akce pro brány. Článek je trvale citován (v současnosti 81 citací).</p>
<p>Generalized Kahler Geometry in $(2,1)$ superspace. <i>JHEP</i> 1206 (2012) 013.</p>	<p>Ch. Hull, U. Lindström, M. Roček, R. von Unge, M. Zabzine</p>	<p>Srovnání geometrických způsobů popisu zobecněné Kahlerovy geometrie pomocí $(2,2)$, $(2,1)$ nebo $(1,1)$ superprostoru. Každý ze způsobů zdůrazňuje různé aspekty zobecněné Kahlerovy geometrie.</p>

<p>The nature of the light variability of the silicon star HR 7224, 2009, <i>Astronomy and Astrophysics</i>, 499, 567.</p>	<p>J. Krtička, Z. Mikulášek, G. W. Henry, J. Zverko, J. Žižňovský, J. Skalický, P. Zvěřina</p>	<p>Vysvětlení fotometrické proměnnosti chemicky pekuliární hvězdy HR 7224 jako důsledek přerozdělení toku ve skvrnách s pekuliárním složením. Článek otvírá nové možnosti modelování světelné proměnnosti hvězd. Byl vybrán mezi nejzajímavější články časopisu <i>Astronomy & Astrophysics</i>.</p>
<p>Surprising variations in the rotation of the chemically peculiar stars CU Virginis and V901 Orionis, 2011, <i>Astronomy & Astrophysics</i>, 534, L5.</p>	<p>Z. Mikulášek, J. Krtička, G. W. Henry, J. Janík, J. Zverko, J. Žižňovský, M. Zejda, J. Liška, P. Zvěřina, D. O. Kudrjavnov, I. I. Romanyuk, N. A. Sokolov, T. Lüftinger, C. Trigilio, C. Neiner, S. N. de Villiers</p>	<p>Rotační periody magnetických chemicky pekuliárních hvězd jsou typicky konstantní. Na základě podrobného zpracování různých typů dat v případě hvězd CU Virginis a V901 Orionis autoři odhalili změnu rotační periody, ale také ukázali, že změna periody není monotónní.</p>
<p>Matematika pro porozumění i praxi I, II, III. VUTIUM (díl I, první vydání 2006 – 291 s., druhé 2009 – 349 s., dotisk 2016 – 349 s., díl II 2012 – 707 s., díl III 2017 – 1082 s., vyjde v září).</p>	<p>J. Musilová, P. Musilová</p>	<p>Učebnice pro fyzikální, technické a přírodovědné obory obsahuje netradiční výklad tradičních témat vysokoškolské matematické analýzy, lineární algebry a geometrie, variačního počtu, numerických metod, postupně na úrovni základní a pokročilé, včetně moderního výkladu některých partií. Vedle korektního výkladu pojmů a dokazovaných tvrzení je typická tzv. výuka na příkladech (téměř tisíc příkladů a přes tisíc úloh s návody a výsledky). Kniha má vynikající recenze a vyvolala velký zájem čtenářů, jak vyplývá z jejich dopisů. První díl byl vydán již potřetí.</p>

Fyzikální ústavy se podílejí na pořádání mezinárodních konferencí a koordinaci mezinárodních projektů. Příklady:

- Spolupořadatelství mezinárodní konference XTOP 2016 – 13th Biennial Conference on High-Resolution X-ray Diffraction and Imaging, září 2016, Brno. (Ústav fyziky kondenzovaných látek, předseda organizační komise doc. Mikulík, členové dr. Čaha, dr. Meduňa a dr. Novák.)

- Prof. Humlíček je koordinátorem evropského projektu TWINFUSYON (viz seznam projektů).
 - Pořadatelství mezinárodní konference Stars with a stable magnetic field: from pre-main sequence to compact remnants, 28. 8. – 1. 9. 2017, Brno, účast cca 80 astronomů ze čtyř světadílů. (Ústav teoretické fyziky a astrofyziky.)
 - Spolupořadatelství mezinárodní letní školy ESO/OPTICON/IAU: An ESO/OPTICON/IAU summer school on modern instruments, their science case, and practical data reduction, 1.–11. 9. 2015, Brno. (Ústav teoretické fyziky a astrofyziky).
 - V rámci členství České republiky v Evropské jižní observatoři a Evropské kosmické agentuře získávají pracovníci Ústavu teoretické fyziky a astrofyziky pozorovací čas na předních světových dalekohledech a družicích.
-

B II. 5. Zapojení vysoké školy do činnosti zahraničních a zvláště mezinárodních odborných organizací a do mezinárodních výzkumných projektů odpovídají charakteru uskutečňované vzdělávací činnosti v dané oblasti vzdělávání, pro niž vysoká škola žádá institucionální akreditaci.

Shrnutí sebehodnocení:

Zapojení MU do mezinárodních struktur a aktivit, stejně jako účast na řešení mezinárodních projektů v kontextu vzdělávání v oblasti Fyzika jsou dostatečné. Do projektů s mezinárodním dopadem jsou standardně zapojováni studenti, zejména doktorských programů.

Výsledek sebehodnocení:

Úplný soulad	Podstatný soulad	Částečný soulad	Nesoulad
---------------------	------------------	-----------------	----------

Ústav fyzikální elektroniky je prostřednictvím svého VaV centra CEPLANT, které je jeho součástí, zapojeno do mezinárodní sítě nazvané KETs Technology centres (KETs – Key Enabling Technologies). Centrum bylo do této sítě zařazeno na základě přísných kritérií týkajících se spolupráce s podniky. Centrum je prezentováno na webových stránkách Evropské komise na tzv. KETs Tool, kde jej mohou podniky snadno vyhledat a kontaktovat v případě zájmu o spolupráci . Centrum se dále prezentuje na Enterprise Europe Network (EEN) prostřednictvím Jihomoravského inovačního centra (JIC), kde nabízí své plazmové technologie akademické i soukromé sféře.

3. PERSONÁLNÍ ZAJIŠTĚNÍ VÝUKY, TVŮRČÍ ČINNOSTI A SOUVISEJÍCÍCH ČINNOSTÍ

B II. 2. Celková struktura personálního zajištění výuky, tvůrčí činnosti a souvisejících činností akademickými pracovníky v dané oblasti vzdělávání odpovídá z hlediska kvalifikace, věku, délky týdenní pracovní doby a zkušeností s působením v zahraničí nebo v praxi charakteru uskutečňované vzdělávací činnosti v dané oblasti vzdělávání, pro niž vysoká škola žádá o institucionální akreditaci, a žádanému typu nebo typům studijních programů a zajišťuje:

- garantování úrovně kvality dané oblasti vzdělávání jako celku a jejího rozvoje,
- garantování studijních programů v této oblasti a
- garantování výuky těchto studijních programů.

Shrnutí sebehodnocení:

Personální, kvalifikační a věková struktura fyzikálních ústavů je stabilní, kapacitně i kvalitativně plně vyhovující pro zabezpečení studia v oblasti Fyzika jak ve všech typech stávajících programů a oborů, tak ve všech programech a specializacích koncipovaných v souladu s novou legislativou. K případným obměnám dochází zásadně na základě mezinárodně otevřených výběrových řízení.

Výsledek sebehodnocení:

Úplný soulad	Podstatný soulad	Částečný soulad	Nesoulad
---------------------	------------------	-----------------	----------

Aktuální kvalifikační složení fyzikálních ústavů je zřejmé z tabulek. Personálně jsou fyzikální ústavy stabilní, k obměnám personálního složení sboru akademických pracovníků dochází zásadně na základě i mezinárodně otevřených výběrových řízení. Takřka šedesátiprocentní podíl docentů a profesorů na celkovém počtu akademických pracovníků (další řízení jsou zahájena či připravována) a skutečnost, že se všichni akademičtí pracovníci ústavů věnují také tvůrčí činnosti, popřípadě se zabývají i výzkumem v oblasti fyzikálního vzdělávání či praktickou didaktikou, jsou zárukou schopnosti univerzity i do budoucna kvalitně zabezpečovat všechny typy plánovaných studijních programů v oblasti Fyzika a jejich specializací, stejně jako kvalifikační růst pracovníků, habilitační řízení a řízení ke jmenování profesorem. Garantem stávajících programů Fyzika, bakalářského i magisterského, je prof. RNDr. Jana Musilová, CSc., předsedou oborové rady doktorského programu Fyzika je prof. Rikard von Unge, Ph.D.

Pouze kmenoví pracovníci

Profesoři		Docenti		Odborní asistenti	Lektoři	Vědečtí pracovníci	Technicko-hospodářští pracovníci
fyzický počet	přepočtený počet	fyzický počet	přepočtený počet				
Ústav teoretické fyziky a astrofyziky							
5+1 ⁸	5	7	6	7	2	0+18 ⁹	2

⁸ Emeritní profesor.

⁹ Vědecko-výzkumní a vývojoví pracovníci + Neučitelští pracovníci (odborný pracovník, specializovaný pracovník).

Ústav fyziky kondenzovaných látek							
3	0,925	3	1,275	1	0	3+11	5
Ústav fyzikální elektroniky							
5	4,85	7	7	3	2	7+30	15
Celkem							
15+1	10,775	19	14,275	11	4	10+59	22

Všichni pracovníci

Profesoři		Docenti		Odborní asistenti	Lektoři	Vědečtí pracovníci	Technicko-hospodářští pracovníci
fyzický počet	přepočtený počet	fyzický počet	přepočtený počet				
Ústav teoretické fyziky a astrofyziky							
5+1 ¹⁰	5	7	6	7	2	0+18 ¹¹	2
Ústav fyziky kondenzovaných látek							
5	0,925	5	1,275	2	0	3+20	6
Ústav fyzikální elektroniky							
8	4,85	10	7	3	2	7+37	21
Celkem							
18+1	10,775	22	14,275	12	4	10+75	29

¹⁰ Emeritní profesor.

¹¹ Vědecko-výzkumní a vývojoví pracovníci + Neučitelští pracovníci (odborný pracovník, specializovaný pracovník).

4. MEZINÁRODNÍ PŮSOBNÍ

B II. 5. Mezinárodní působení vysoké školy mající vztah k dané oblasti vzdělávání, zejména zahraniční mobility studentů a akademických pracovníků, integrace možnosti zahraničních mobilit do studia ve studijních programech, a předpoklady pro uskutečňování těchto činností odpovídají charakteru uskutečňované vzdělávací činnosti v dané oblasti vzdělávání, pro niž vysoká škola žádá institucionální akreditaci.

Shrnutí sebehodnocení:

Mezinárodní působení a zapojení do mezinárodních struktur odpovídá cílům a charakteru studia fyziky. Mobilita studentů je trvale podporována. Předměty absolvované na zahraničních vysokých školách jsou uznávány i pro studium na MU. Mobilita akademických pracovníků je běžná, k přednáškám jsou zváni výzkumníci ze zahraničí. Internacionalizace studia bude nadále rozvíjena.

Výsledek sebehodnocení:

Úplný soulad	Podstatný soulad	Částečný soulad	Nesoulad
---------------------	------------------	-----------------	----------

Studentské mobility se uskutečňují zejména prostřednictvím programu Erasmus+, na základě dvoustranných dohod se zahraničními partnery. Studenti mohou absolvovat pobyty v kterékoli zemi, která je do programu zapojena. Výběr uchazečů se děje v rámci ústavů, mobilitu má organizačně na starosti koordinátor Erasmus. Akademičtí pracovníci mohou uskutečnit stáže v délce jednoho až dvou týdnů, v případě prezentace série přednášek až šesti týdnů. V rámci programu INNOLEC (Innovation Lectures) přijíždějí pravidelně k přednáškovým pobytům pro studenty fyziky významní zahraniční vědci (v období 2012–2016 se uskutečnilo 39 takových pobytů).

V období 2012–2016 přijelo na fyzikální ústavy 30 zahraničních studentů (s výjimkou studentů ze Slovenska), z toho 28 studovalo v řádném typu studia, dále 10 zahraničních postdoktorandů.

V období 2012–2016 absolvovalo studijní pobyty na zahraničních univerzitách 23 studentů bakalářských a magisterských programů Fyzika. Předměty absolvované během zahraničních pobytů a vztahující se ke studiu v programech Fyzika jsou standardně uznávány jak obsahově, tak s plným, resp. částečným započtením kreditů.

Zahraníční stáže studentů všech oborů doktorského programu Fyzika jsou již běžnou součástí studia. V období 2012–2016 se uskutečnilo 36 zahraničních stáží doktorandů, z nejvýznamnějších institucí jmenujme: Ernst-Moritz-Arndt-Universität Greifswald, Universität zu Köln, Ecole des Mines – Institut National Polytechnique de Lorraine – Nancy, Centre de Physique Theorique, Luminy, Marseille, Montanuniversität Leoben, Johannes Kepler Universität Linz, Universität Wien, Rijksuniversiteit Groningen, University of California, San Diego, Université de Genève, Perimeter Institute for Theoretical Physics, University of Padova.

Mobilita akademických pracovníků, resp. postdoktorandů je rovněž na standardní úrovni. Zahraniční pracovníci přijíždějí nejen na krátkodobé stáže, ale jsou přijímáni k pracovnímu poměru na dobu určitou, a to na základě mezinárodně otevřených výběrových řízení. Mobilita se uskutečňuje také na základě podaných či přiznaných projektů i na základě individuální spolupráce pracovníků MU a zahraničních institucí na společných výzkumných tématech. Z významných spoluprací uvádíme: INNOVENT (německý výzkumný institut) – projekt IraSME; Coating Plasma Industrie (Francie) a Crown van Gelder (Nizozemí), projekt aplikovaného výzkumu EUROSTARS 2; Leibniz Institute for Plasma Science and Technology (Německo), University of Eindhoven, podán projekt Horizon 2020 Twinning; Leibniz Institute for Agricultural Engineering from Potsdam

-Bornim (Německo), École Polytechnique, Laboratoire de Physique des Plasmas (Francie), CEST Center of Electrochemical Surface Technology from Wiener Neustadt (Rakousko), University of Groningen (Nizozemí), Slovak Academy of Sciences (Slovensko), Center for Applied Research of Environmentally Friendly Polymeric Materials (Slovensko), SP Chemistry, Materials and Surfaces (Švédsko), Kiel University (Německo), Manchester Metropolitan University (Velká Británie).

V období 2012–2016 bylo na fyzikálních ústavech postupně zaměstnáno 5 zahraničních vědců, v současné době jich zde působí 16.

Internacionalizace studia ve vzdělávací oblasti Fyzika je v současnosti na dobré úrovni, bude nadále podporována a rozvíjena jak formou stávajících možností (Erasmus+, INNOLEC), tak dalšími prostředky, např. formou využívání možnosti doktorského studia v kotutorátu (zakotvené ve Studijním a zkušebním řádu MU), další zapojování zahraničních konzultantů diplomových a disertačních prací apod.

5. SPOLUPRÁCE S PRAXÍ

B II. 6. Spolupráce s praxí odpovídá charakteru uskutečňované vzdělávací činnosti v dané oblasti vzdělávání, pro niž vysoká škola žádá institucionální akreditaci.

Shrnutí sebehodnocení:

Spolupráce s praxí je běžnou součástí činnosti fyzikálních ústavů Masarykovy univerzity, včetně vazby na vzdělávací činnost. Je rozvíjena prostřednictvím společných projektů s institucemi aplikační sféry, stáží studentů všech typů studia, účastí pracovníků aplikační sféry na vedení a konzultacích závěrečných prací. Tento trend bude nadále pokračovat.

Výsledek sebehodnocení:

Úplný soulad

Podstatný soulad

Částečný soulad

Nesoulad

Spolupráce s praxí soukromé i státní sféry má na fyzikálních ústavech své pevné místo dlouhodobě. Vysokou aktivitu v tomto směru vykazují zejména Ústav fyzikální elektroniky, jehož odborné zaměření je z velké části pro sepětí s praxí přímo předurčeno.

Ústav fyzikální elektroniky

Centrum CEPLANT: prostřednictvím centra CEPLANT spolupracuje ústav s řadou podniků na výzkumu a vývoji plazmových technologií pro využití v průmyslu na ošetření povrchu materiálů nebo depozici tenkých vrstev specifických vlastností. Základní údaje o spolupráci:

- Od zahájení činnosti realizuje centrum ročně nejméně 6 projektů spolupráce s podniky z ČR i zahraničí (dosud realizováno 14 dotačních projektů). Spolupráce se děje formou smluvního výzkumu či prostřednictvím dotačních projektů VaV (TA ČR, EUROSTARS 2, OP PIK aj.)
- Objem smluvního výzkumu je ročně 3–4 mil. Kč. Hlavní oblasti spolupráce formou smluvního výzkumu: výzkum a vývoj plazmových technologií, výroba prototypových zařízení, odborné studie a konzultace a povrchové analýzy. Mezi významné dlouholeté partnery využívající služeb centra CEPLANT patří firmy Platit, a.s., SHM, s.r.o., FEI Czech Republic, s.r.o., Preciosa, a.s.
- Spolupráce formou dotačních projektů: vývoj konkrétních technologií, výstupem jsou aplikované výsledky ve společném vlastnictví podniků a MU. Ročně se na pracovišti řeší ve spolupráci s podniky alespoň 3 VaV projekty za podpory z národních či mezinárodních zdrojů. Na ústavu vzniká ročně 6–10 aplikovaných výsledků (patenty, užité vzory, prototypy, funkční vzorky apod.) využívaných podniky např. formou licence.

O mimořádné úspěšnosti centra při spolupráci s aplikační sférou svědčí přizvání do mapy tzv. KETs Technology Centres, která je určena zejména pro malé a střední podniky s cílem realizace jejich výzkumu a vývoje ve spolupráci s kvalitními výzkumnými centry.

Spin-off: Mimořádná je účast ústavu na třech z celkového počtu 14 spin-off v rámci MU: k centru CEPLANT náleží firmy ROPLASS, s.r.o., a ADVECOPLAS, s.r.o., které získaly formu spin-off na základě licencování duševního vlastnictví. Další spin-off s účastí ÚFE je Advex Instruments. Spolupráce ústavu v rámci projektů i při vedení závěrečných prací: SHM, s.r.o., a Platit, a.s., Coating Plasma Industrie (Francie) a Crown van Gelder (Nizozemí) – projekt EUROSTARS 2, Dekonta, a.s. – projekty TA ČR a OP PIK Aplikace, Roplasm, s.r.o., a Polarthemr (Německo) – projekt OP PIK Aplikace IraSME, Český metrologický institut a Vysoké učení technické v Brně, SEMO, a.s. Spolupráce na základě smluvního výzkumu: Pipelife Czech, s.r.o., VIPO, a.s., Oreltech

Ltd (Izrael), Technické muzeum v Brně, FEI Czech Republic, s.r.o., Preciosa, a.s., Georadis, s.r.o., Zena, s.r.o., Eidos, s.r.o., aj.

Ústav fyziky kondenzovaných látek

Spolupráce s On Semiconductor CR: ústav úzce spolupracuje s výrobním podnikem On Semiconductor CR v rámci společné Laboratoře diagnostiky defektů a analýzy povrchů (LDDA). Vznikají roční plány výzkumné práce, typicky 3 úkoly se společným posouzením výsledků, preferována je účast studentů. V budově ÚFKL byla za výrazné podpory firmy On Semiconductor vybudována výuková laboratoř s čistými prostory. Většina studentů absolvuje v této laboratoři náročné praktikum.

Spolupráce firem při výuce: Pracovníci firem se podílejí na další výuce – např. předmětu Fyzika ve firmě, v jehož rámci vedou přednášky. Ústav spolupracuje s Fakultní nemocnicí v Brně a Masarykovým onkologickým ústavem v Brně na přípravě akreditace navazujícího magisterského programu Radiologická fyzika.

Spolupráce Ústavu teoretické fyziky a astrofyziky s praxí je realizována v oblasti kvantové optiky, formou projektu Gate2u (řešitel Dr. Tomáš Čížmár, Ústav přístrojové techniky AV ČR) zaměřeného na implementaci mikroskopických technologií pomocí optických vláken a úzce propojeného s praxí. Ústav se podílí na přípravě programu Radiologická fyzika (viz výše).

6. SHRnutí

Vlastní hodnocení činností MU ve vztahu k vzdělávací oblasti Fyzika ukazuje, že jak dlouholetá tradice, tak dosavadní výsledky vzdělávací a tvůrčí činnosti a koncepce dalšího rozvoje těchto činností zaručují i v budoucnu vysoce kvalitní vzdělávání v bakalářských, navazujících magisterských a doktorských programech v oblasti Fyzika, včetně kvalifikovaného zabezpečení habilitačních řízení a řízení ke jmenování profesory. Ve všech standardech formulovaných v nařízení vlády č. 274/2016 Sb. konstatujeme na základě sebehodnocení úplný soulad.