



## INVESTICE DO ROZVOJE VZDĚLÁVÁNÍ

Modularizace a modernizace studijního programu počáteční přípravy učitele fyziky

**Vybrané kapitoly k modulu**

# DIDAKTIKA FYZIKY

**Oldřich Lepil**



**Olomouc 2012**

Zpracováno v rámci řešení projektu Evropského sociálního fondu  
a Ministerstva školství, mládeže a tělovýchovy České republiky  
Modularizace a modernizace studijního programu počáteční přípravy učitele fyziky  
Registrační číslo: CZ.1.07/2.2.00/18.0018

Tento projekt je spolufinancován Evropským sociálním fondem  
a státním rozpočtem České republiky

První vydání

© Oldřich Lepil, 2012

ISBN 978-80-244-3297-7

# OBSAH

---

<b>1. Úvod do studia didaktiky fyziky</b>	
1.1 Východiska didaktiky fyziky	5
1.2 Pojetí didaktiky fyziky a její problémové oblasti	7
1.3 Vztah fyziky jako vědecké disciplíny a didaktiky fyziky	10
<b>2. Cíle a standardy fyzikálního vzdělávání</b>	
2.1 Cíle fyzikálního vzdělávání	12
2.2 Vzdělávací standardy základní a střední školy	14
2.3 Specifické cíle výuky fyziky	15
<b>3. Školská soustava a fyzikální vzdělávání</b>	19
3.1 Fyzika na základní škole	20
3.2 Fyzika v Rámcovém vzdělávacím programu pro gymnázium	26
3.3 Fyzika v Rámcových vzdělávacích programech pro střední odborné vzdělávání	30
<b>4. Obsah fyzikálního vzdělání</b>	
4.1 Pojmy školské fyziky	36
4.2 Konkrétní fyzikální pojmy	37
4.3 Fyzikální veličiny	39
4.4 Vztahy mezi fyzikálními veličinami	42
4.5 Fyzikální teorie	43
<b>5. Učebnice fyziky pro střední školu</b>	
5.1 Učebnice fyziky ve 2. polovině 20. století	46
5.2 Učebnice fyziky v současnosti	54
5.3 Sbírký úloh z fyziky	57



# 1. ÚVOD DO STUDIA DIDAKTIKY FYZIKY

---

## Cíle

Po prostudování této kapitoly dokážete:

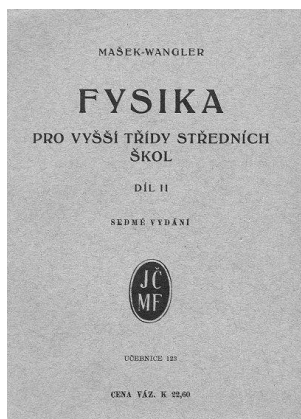
- charakterizovat didaktiku fyziky jako vědní disciplínu
- vymežit pojetí a problémové oblasti fyziky
- vyjádřit vztah didaktiky fyziky k fyzice jako vědecké disciplíně

## Učební text

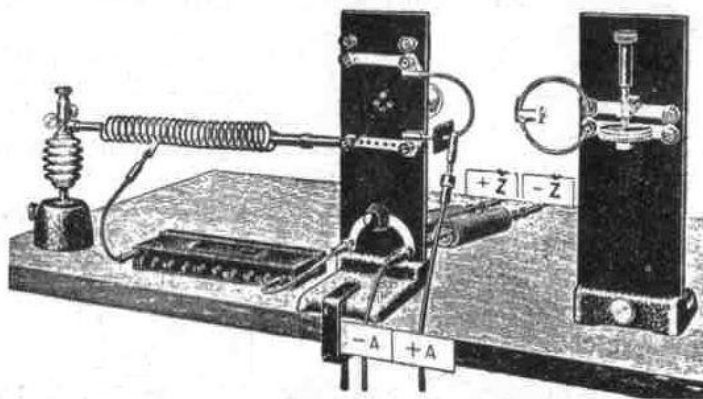
### 1.1 Východiska didaktiky fyziky

Rozvoj poznání v přírodních vědách vedl v 1. polovině 19. století na úrovni středoškolského vzdělávání k postupné diferenciaci učebních předmětů, mezi nimi i *fyziky*, označované také názvy *přírodnictví*, *přírodoskum*, popř. *silozpyt*. Toto označení předmětu odpovídalo skutečnosti, že těžištěm obsahu výuky fyziky byla především mechanika, kterou doplňovala akustika, optika a několik poznatků z elektrostatiky. V této době také vznikaly první české učebnice fyziky, což můžeme považovat za počátek hlubšího zájmu o daný vyučovací předmět a způsob, jakým byl ve školách vyučován. Vedle učebnic, jejichž obsah a metodické zpracování bylo silně ovlivněno učebnicemi německými, byl podnětem ke vzniku didaktiky fyziky zájem učitelů středních škol o nové, modernější vyučovací postupy, především o názornější výklad podporovaný fyzikálními pokusy.

V této souvislosti sehrála významnou roli Jednota českých matematiků a fyziků (JČMF), založená v roce 1862. Její členy vždy spojovalo úsilí o zlepšování úrovně výuky, které vedlo již od konce 19. století k reformním návrhům v oblasti fyzikálního vzdělávání. JČMF v letech 1872 až 1950 vydávala Časopis pro pěstování matematiky a fyziky a od 55. ročníku (1926) se součástí časopisu stala „Příloha didakticko-metodická“, věnovaná výuce matematiky a fyziky [1]. Příloha měla sloužit jako diskusní fórum pro výměnu zkušeností s výukou a fyzika zde byla zastoupena také náměty k různým fyzikálním experimentům. JČMF byla i majitelem významného vydavatelství učebnic a odborné literatury s názvem Prometheus. Po celou první polovinu 20. století byla JČMF nejdůležitějším vydavatelstvím učebnic fyziky (obr. 1-1).

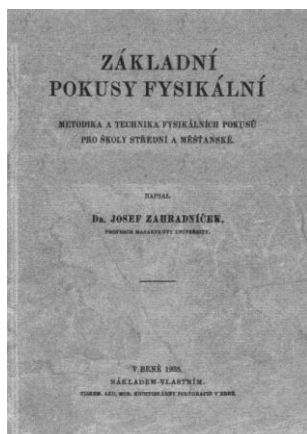


Obr. 1-1



Obr. 1-2

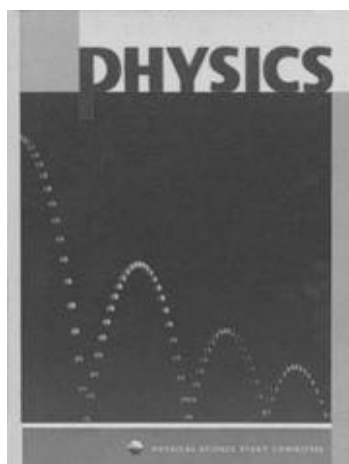
Důraz kladený na názornou výuku fyziky se v první polovině 20. století projevil také vznikem specializovaných firem, které vyráběly učební pomůcky. Významné postavení mezi nimi měla firma Fysma, majetkově spojená rovněž s JČMF, která dodávala školám řadu v té době moderních učebních pomůcek (na obr. 1-2 je např. souprava pro demonstraci vysokofrekvenčních kmitů s elektronickým oscilátorem). Zájem učitelské veřejnosti o didaktické problémy dokládá i řada samostatných publikací jiných vydavatelů, mezi nimiž opět převažují návody k fyzikálním experimentům.



Obr. 1-3

Očekávali bychom, že didaktika fyziky jako studijní disciplína najde svoje místo i v přípravě budoucích středoškolských učitelů. Ti byli vzděláváni na univerzitách studiem fyziky, v němž až do poloviny 20. století nebylo rozlišováno studijní zaměření na učitelství a vědeckou práci ve fyzice. Teprve ve 30. letech bylo pro kandidáty učitelství zavedeno jednosemestrální metodické cvičení. Větší pozornost byla také věnována demonstračnímu experimentu, o který se zajímali někteří vysokoškolské učitelé. Nejznámější z té doby je publikace profesora přírodovědecké fakulty MU v Brně J. ZAHRADNÍČKA *Základní pokusy fyzikální*, vydaná v roce 1935 (obr. 1-3).

Svoje místo ve vzdělávání učitelů našla didaktika fyziky až ve 2. polovině 20. století. Koncepce nově vznikající disciplíny navazovala jak na tradici fyzikálního vzdělávání z období mezi dvěma světovými válkami, tak se začal projevovat rovněž vliv koncepcí, které měly svůj původ ve školském systému bývalého Sovětského svazu. Vzhledem k tomu, že se rozšířil počet vysokých škol vzdělávajících učitele fyziky, přibýlo pracovníků, kteří se začali specializovat na problematiku fyzikálního vzdělávání na základních a středních školách a ve větší míře v této oblasti vznikaly práce výzkumného charakteru. V roce 1958 byl jmenován první vysokoškolský profesor pro obor didaktika fyziky, kterým se stal JOSEF FUKA (1907–1992), dlouholetý děkan a vedoucí Katedry experimentální fyziky a didaktiky fyziky na Přírodovědecké fakultě UP v Olomouci. To umožnilo v roce 1965 zařazení didaktiky fyziky jako „teorie vyučování fyzice“ mezi vědní obory, v nichž lze získávat vědeckou, popř. vědecko-pedagogickou kvalifikaci. Přibýlo vědeckých prací z didaktiky fyziky i metodických publikací pro učitele. Prof. Fuka stál u zrodu časopisu *Fyzika ve škole*, který se v roce 1969 změnil na časopis *Matematika a fyzika ve škole*. Přímým pokračovatelem tohoto časopisu, který přestal vycházet v roce 1990, se stal časopis *Matematika – fyzika – informatika* [6].



Obr. 1-4

Významným impulsem k rozvoji didaktiky fyziky byly modernizační tendence v oblasti fyzikálního vzdělávání, které vznikly jako reakce na kritiku školství v USA poté, co v bývalém SSSR byla vypuštěna 1. umělá družice Země (tzv. *sputnik šok*). Ukázalo se, že je třeba modernizovat pojetí, obsah i metody výuky fyziky tak, aby absolventi amerických vysokých škol mohli lépe konkurovat v oblasti fyzikální vědy a od ní se odvíjejících technologií. Výsledkem těchto modernizačních snah byl vznik několika velkých, detailně propracovaných vzdělávacích projektů, které následně ovlivnily koncepcí fyzikálního vzdělávání a tím i problémové oblasti didaktiky fyziky na celém světě. Z těchto velkých projektů připomeňme alespoň proslulý kurs PSSC (*Physical science study committee*), jehož učebnice *Physics* vyšla v 1. vydání již v roce 1960 [2] (obr. 1-4).

Modernizační snahy ve světě, které byly reakcí na výtky, že školní vzdělávání dostatečně n sleduje rozvoj vědeckého poznání ve fyzice a že předávané poznatky neodpovídají úrovni vědy ani jejím praktickým aplikacím, našly svůj odraz i v naší didaktice fyziky. Podnětem k rozvoji teoretických základů didaktiky fyziky se tak staly reformy vzdělávací soustavy, které u nás probíhaly od 60. let 20. století. V nich našly svoji reflexi i zmíněné snahy o modernizaci obsahu, forem, metod a prostředků výuky fyziky. Z hlediska obsahu fyzikálního vzdělávání se to projevilo převážně rozšířením obsahu výuky o poznatky tzv. „moderní fyziky“, kterou se ovšem rozuměly hlavně fundamentální fyzikální poznatky 1. poloviny 20. století – speciální teorie relativity, základy kvantové fyziky a poznatky fyziky mikrosvěta (atomová a jaderná fyzika). I když byla řešena rovněž problematika moderních metod a prostředků výuky (problémové a skupinové vyučování, didaktické testy, materiály pro programované učení, využití moderních audiovizuálních prostředků aj.), praxe škol tím byla ovlivněna jen v malé míře.

## 1.2 Pojetí didaktiky fyziky a její problémové oblasti

Práce na nové koncepci výuky fyziky vedly k přesnějšímu vymezení problémových oblastí, které určují pojetí a obsah didaktiky fyziky jako vědní disciplíny. Didaktika fyziky přitom navázala na tradiční metodiku vyučování fyzice, která byla zaměřena na konkrétní školskou praxi a jejím cílem bylo zejména hledat metody a prostředky, které by usnadňovaly učitelům sdělovat žákům fyzikální učivo. Toto pojetí didaktiky fyziky je označováno jako **aplikační pojetí** [3]. V tomto pojetí plnila didaktika fyziky *aplikační funkci*, což lze chápat tak, že šlo o aplikaci obecné didaktiky jako součásti pedagogiky na konkrétní učební předmět, tedy fyziku. Primární zde byly koncepce pedagogiky a ty byly aplikovány na obsah výuky, který v podstatě vymezuje daný vědní obor. Je samozřejmé, že tento vzájemný vztah pedagogiky a fyziky ovlivňuje i společenské postavení školy, které určuje cíle vzdělávání a důraz na určité okruhy učiva (v 50. a 60. letech to byly např. požadavky na polytechnické vzdělání, uplatnění branných prvků v učivu, ideově politické požadavky na světonázorovou výchovu aj.).

Moderní koncepce fyzikálního vzdělávání však ve stále větší míře vyžadovaly také uplatnění dalších vědních disciplín, jejichž poznatky umožňují zkvalitnění výuky nejen z hlediska obsahu a metod výuky, ale také z hlediska technologie výuky. To způsobilo, že v didaktice fyziky se při řešení dílčích problémů začaly uplatňovat i další přístupy, které byly často odvozovány od technických věd. Připomeňme např. kybernetiku, která působila na vznik metod tzv. programovaného učení uplatňovaných i ve výuce fyziky (učící a zkoušecí stroje, využívání problémových úloh typu „black box“, aplikace zákonů programovaného učení při didaktické analýze učiva a tvorbě učebních textů apod.). Při výběru poznatků a vytváření učebních celků se uplatňoval systémový přístup, při němž je učivo rozčleňováno na jednotlivé pojmy jako prvky systému a jsou zkoumány jejich vzájemné vazby uvnitř systému i s jeho okolím.

Poměrně široce se v didaktice fyziky uplatnila metoda modelů a modelování fyzikálních dějů, která se týkala jak modelů v obsahu výuky (zejména modelů fyzikálních objektů mikrosvěta), tak modelu jako prostředku prezentace učiva. Při hodnocení výuky se ve větší míře začaly využívat didaktické testy, které byly vyhodnocovány statistickými metodami. Výuku ovlivnily i moderní technické prostředky prezentace učiva pomocí projekce (zejména zpětný projektor) a elektronického přenosu obrazu (televizní okruh a videozáznam), začaly se využívat pedagogické aplikace ergonomie (vzájemný vztah výkonu žáka a námahy spojené s jeho dosažením) a ekologie (např. vliv mikroklimatu ve třídě, zraková pohoda při použití audiovizuálních prostředků) apod. Je samozřejmé, že moderní výuku také ovlivňují poznatky pedagogické psychologie, sociologie a dalších disciplín. Uplatnění všech těchto vlivů při řešení problé-

mů didaktiky fyziky vedlo k jejímu interdisciplinárnímu charakteru a ke zdůraznění **integrační funkce** didaktiky fyziky.

Jestliže chceme vymezit současné pojetí didaktiky fyziky, musíme si uvědomit, že proces vzdělávání v současné době jednak přesahuje hranice výuky ve třídě nebo v určitém vzdělávacím programu, jednak že stále narůstá objem poznatků, k nimž dospívá fyzika jako věda. Přitom tyto poznatky jsou komplexně využívány v praxi a je obtížné vymezit, který poznatek je nezbytný pro všeobecné vzdělání, popř. pro navazující profesní přípravu. Nové poznatky fyziky se ve značném rozsahu týkají oblastí nedostupných přímému smyslovému vnímání a základním problémem se stává jejich sdělitelnost. V tomto pojetí didaktiky fyziky se stěžejním úkolem stává **didaktická komunikace**, kterou chápeme jako *transformaci fyzikálního poznání do sdělitelné podoby*.

Vymezili jsme si tedy tři různá pojetí didaktiky fyziky:

- **aplikační pojetí**, které spočívá v aplikaci poznatků pedagogiky na konkrétní učební předmět,
- **integrační pojetí**, které využívá k řešení didaktických problémů poznatky z širšího okruhu vědních disciplín,
- **komunikační pojetí**, v němž didaktika fyziky přesahuje rámec školního vzdělávání a jejím hlavním úkolem je transformace fyzikálních poznatků do sdělitelné podoby.

Aplikační a integrační pojetí didaktiky fyziky se vyznačovala výrazným zaměřením na práci učitele v podmínkách školy. V aplikačním pojetí vycházela didaktika fyziky z obecné didaktiky a vymezovala svůj předmět jako zvláštní případ obecného, tj. školní výuky chápané výlučně či převážně pomocí obecných didaktických kategorií. Teoretickým těžištěm takto chápané didaktiky fyziky bylo stanovení optimálních vyučovacích postupů, zejména se zřetelem na činnost učitele. V procesu modernizace výuky nabývala na významu snaha o transformaci obsahu fyziky jako vědy do didaktického systému. Na této transformaci se však podílela nejen fyzika jako vědní disciplína, ale i další vědy, které ovlivňovaly metodologii didaktiky fyziky a to charakterizovalo integrační pojetí didaktiky fyziky posilující její interdisciplinární charakter.

Jestliže východiskem aplikačního pojetí je vyučovací předmět, je didaktika fyziky označována jako speciální zaměření obecné didaktiky, čili didaktika vyučovacího předmětu - **předmětová didaktika**. V komunikačním pojetí je však východiskem vědní obor a tedy didaktiku fyziky považujeme za **oborovou didaktiku**. Předmětem didaktiky fyziky je celý proces (*didaktická komunikace*) předávání a zprostředkovávání výsledků a metod fyziky těm, kdož se sami na vzniku fyzikálního poznání nepodíleli. Převážně v tomto smyslu budeme k didaktice fyziky přistupovat i v dalším výkladu.

V současnosti jak fyzikální vzdělávání, tak i fyzikální poznávání je podstatně ovlivněno informačně komunikačními technologiemi. Proto současné pojetí didaktiky fyziky by bylo možné označit jako **informačně komunikační pojetí** [4]. Fyzikální experimenty podporované počítačem usnadňují fyzikální poznávání a pochopení fyzikálních poznatků. Stejně tak významnou roli hrají simulace fyzikálních jevů prostřednictvím nejrůznějších počítačových programů, elektronické učebnice fyziky, e-learning a celá řada dalších technologií. Podporují nejen porozumění fyzikálním poznatkům, ale také rozvoj fyzikálního myšlení a celkově komunikaci fyzikálního poznání do vědomí každého jednotlivce.

Z hlediska řešené problematiky se didaktika fyziky obvykle člení na **obecnou didaktiku fyziky** a **konkrétní didaktiku fyziky**. Obecná didaktika fyziky se v širších souvislostech zabývá problémovými oblastmi didaktiky fyziky (viz dále) bez těsných vazeb na konkrétní učivo, které zde má spíše ilustrační charakter. Naopak konkrétní didaktika fyziky je spjata s učivem



a řeší metodické problémy jeho výkladu. V této souvislosti se někdy také používá termín *metodika fyziky*, který byl dříve málo vhodným označením celé didaktiky fyziky, což disciplínu zužuje jen na vytváření návodů pro učitele, jak učit. Vzhledem k vazbě na učivo je pak možné rozlišit konkrétní didaktiku fyziky i podle stupně školy (základní škola, střední škola).

Má-li didaktika fyziky postihnout celou problematiku didaktické komunikace ve fyzice, je třeba vymezit soustavu problémových oblastí, z nichž zřetelně vyplynou i cíle této disciplíny. Výstižně jsou tyto problémové oblasti zformulovány ve [3]:

**1. Vědecký systém fyziky** z hlediska didaktické komunikace fyzikálního poznání.

Didaktika fyziky zkoumá sdělitelnost a možnost přenosu jednotlivých poznatků k subjektům vzdělávání, vybírá poznatky, zákonitosti a teorie, které mají být předávány ve výuce. Zabývá se problematikou matematického vyjadřování jednotlivých poznatků, vytváření didaktických modelů fyzikálních objektů a jevů, systémem veličin a jednotek apod.

**2. Didaktický systém fyziky**, jímž je vymezen smysl a pojetí fyzikálního vzdělávání.

Didaktika fyziky vymezuje cíle a obsah fyzikálního vzdělávání, zkoumá vazby s dalšími oblastmi výchovné sféry, vstupní a výstupní požadavky na vzdělávaný subjekt, náročnost poznatků z hlediska předpokládaných metod jejich osvojování, logické, gnozeologické, metodologické a jiné aspekty vzdělávání. Didaktický systém je konkretizován vypracováním didaktického modelu vymezené oblasti fyzikálního poznání v podobě výběru učiva a jeho uspořádání do vhodné struktury.

**3. Výukový projekt fyziky a jeho prostředky**, který je převeden do podoby prakticky použitelné dokumentace v podobě učebního plánu, osnov, učebních textů, metodických materiálů a pomůcek. Didaktika fyziky se také zabývá teorií tvorby a využití těchto složek výukového projektu z hlediska jejich funkce ve výuce a vlivu na proces učení.

**4. Výukový proces fyziky** je zkoumán jako interakce mezi vyučujícím a učícím se subjektem, přičemž do této interakce vstupují další složky výukového projektu, učivo (např. vymezené učebním textem) a vyučovací prostředky. Didaktika fyziky zkoumá metody a organizační formy výuky a hledá vhodné metodické postupy výkladu a prezentace učiva ve výuce.

**5. Výsledky výuky a jejich hodnocení** představují problémovou oblast, která završuje proces didaktické komunikace. Jestliže jsou didaktickým systémem vymezeny určité cíle fyzikálního vzdělávání, je třeba najít metody a prostředky, kterými jsou získány informace o dosažení stanovených cílů. Tyto informace pak zpětně ovlivňují prakticky na všechny předcházející složky transformace a procesu předávání fyzikálních poznatků.

Uvedených pět problémových oblastí didaktiky fyziky je hierarchicky uspořádáno a tvoří ucelený, navzájem provázaný systém. K tomu přistupují další problémové oblasti, které na ně navazují volněji.

**6. Fyzikální vzdělání a jeho uplatnění** se týká předávání fyzikálních poznatků širší veřejnosti s cílem utvářet postoje lidí k fyzice jako součásti lidské kultury, chápání společenského významu aplikací fyzikálních poznatků, překonávání postojů k nevědeckým předsudkům při vnímání dějů v přírodě apod.

**7. Výchova a vzdělávání učitelů fyziky** vyžaduje vymezení didaktiky fyziky jako studijního předmětu, který musí být integrální součástí studijního programu na vysoké škole připravující učitele.

**8. Metodologie a historie didaktiky fyziky** se týká předmětu a metod, jejichž zkoumání je nutné pro další rozvoj vědecké práce v didaktice fyziky.

### 1.3 Vztah fyziky jako vědecké disciplíny a didaktiky fyziky

Jestliže hlavním předmětem didaktiky fyziky je didaktická komunikace vědeckého poznání ve fyzice, bylo by užitečné vymezit obsah samotného pojmu fyzika. To však není snadné, poněvadž fyzikální poznání zasahuje do řady vědecko-technických oborů a zdaleka již neplatí vymezení fyziky, jaké jsme nacházeli ve starších učebnicích fyziky:

- Fyzika zkoumá ty děje v přírodě, při nichž se podstata látky nemění.

O definici fyziky se pokoušeli i někteří vědci, např. A. H. COMPTON (1892–1962):

- Fyzika je způsob kladení otázek a zkoumání, způsob pozorování a myšlení ve vztahu k přírodě.

Nebo A. EINSTEIN (1879–1955):

- Fyzika hledá vztahy, o nichž se předpokládá, že existují nezávisle na hledání individuálním.

Pro potřeby fyzikálního vzdělávání můžeme přijmout formulaci (viz [5]):

- Fyzika je základní věda o nejobecnějších vlastnostech přírodních objektů a zákonitostech přírodních jevů, která vychází z pozorování, zkušeností a experimentů, jejich výsledky zpracovává matematicky a své výpočty a teorie systematicky experimentálně ověřuje. Výsledky fyzikálního poznání slouží lidstvu v jeho technické a společenské praxi a z této praxe čerpá fyzika opět nové podněty a prostředky ke svému výzkumu.

Předmětem zkoumání ve fyzice jsou dvě formy hmoty – látka a pole a jejich vzájemné působení. Látkami se rozumí hmotné objekty složené z diskrétních částic s nenulovou klidovou hmotností. Poli se rozumí hmotné objekty, jejichž prostřednictvím vznikají vzájemná působení mezi částicemi. Nejjednoduššími formami pohybu hmotných objektů se rozumí všechny druhy zákonitých změn jejich stavů, které se projevují změnou veličin charakterizujících fyzikální vlastnosti těchto objektů (souřadnice v prostoru, hybnost, energie, intenzita pole, teplota, objem, tlak, elektrická vodivost aj.). Vnitřní souvislosti těchto nejrůznějších fyzikálních forem pohybu se projevuje:

a) existencí obecných společných zákonů zachování (energie, hybnosti, momentu hybnosti, elektrického náboje, leptonového a baryonového náboje),

b) možností jejich odvození ze základních fyzikálních forem pohybu, jejichž zdrojem jsou čtyři základní druhy vzájemného působení (interakce gravitační, elektromagnetická, jaderná silná mezi hadrony a jaderná slabá mezi leptony).

Základní fyzikální formy pohybu mají tyto základní rysy:

a) existují při všech doposud známých vnějších podmínkách,

b) ve složitějších objektech jsou neoddelitelnou součástí vyšších forem pohybu.

Obrovská rozmanitost hmotných objektů a jevů spojených s jejich fyzikálními formami pohybu má za následek i velký počet zákonitostí, jimiž se fyzikální jevy řídí. Fyzika zkoumá tyto zákonitosti a jevy zhruba ve třech etapách:

a) v experimentální jsou shromažďována empirická fakta, zjišťují se jejich vzájemné souvislosti a navrhuje se vysvětlující hypotézy,

b) zobecněním empirických zákonitostí se obvykle v matematické podobě formuluje teoretické schéma – zákony a teorie zkoumaného jevu,

c) na základě teoretického schématu jsou pomocí experimentálních a teoretických metod předvídané nové jevy, odhaluje se jejich mechanismus a zákonitosti a hledají se jejich praktické aplikace.

Výsledkem bádání ve fyzice je vytvoření **fyzikálního obrazu světa** (FOS), který tvoří nejobecnější fyzikální poznatky na daném stupni vývoje poznání dvou forem hmoty – látky a pole. V historickém vývoji dosud vznikly tři ucelené fyzikální obrazy světa:

- mechanický, založený na poznacích klasické mechaniky,
- elektrodynamický, založený na poznacích klasické elektrodynamiky a speciální teorie relativity,
- kvantový, založený na poznacích kvantové teorie.

Úkolem didaktiky fyziky je transformovat základní poznatky, zákonitosti a teorie, které tvoří jádro jednotlivých FOS, do didaktických systémů fyzikálního vzdělávání. Vztah fyziky jako vědecké disciplíny a didaktiky fyziky je naznačen v následujícím přehledu:

Oblast	Fyzika (fyzik)	Didaktika fyziky (učitel fyziky)
Předmět zájmu (obsah)	Příroda – zkoumání struktury a vlastností látek a polí - vytváření FOS	Člověk – výuka a učení se fyziky – osvojování si FOS
Cíl	Obohacení lidského poznání	Vzdělání a výchova
Metody	Pozorování a experiment Indukce a dedukce Analýza a syntéza Předvídaní	Pedagogický experiment Indukce a dedukce Analýza a syntéza Výklad Tvůrčí činnost žáků
Společné	Vytváření fyzikálního obrazu světa	
Rozdílné	Fyzik: Cíl tuší Hledá cesty k dosažení cíle	Učitel: Cíl zná Hledá vhodné metody k dosažení cíle

### Literatura ke kapitole 1

[1] <<http://dml.cz/handle/10338.dmlcz/133771>>

[2] <<http://libraries.mit.edu/archives/exhibits/pssc/>>

[3] Fenclová, J.: Úvod do teorie a metodologie didaktiky fyziky, SPN, Praha 1982.

[4] Nezvalová, D.: Didaktika fyziky: trendy, výzvy a perspektivy. MFI roč. 21 (2011), č. 2, s. 87.

[5] Štoll, I.: Dějiny fyziky, Prometheus, Praha 2011.

[6] <<http://mfi.upol.cz/>>

## 2. CÍLE A STANDARDY FYZIKÁLNÍHO VZDĚLÁVÁNÍ

---

### Cíle

*Po prostudování této kapitoly dokážete:*

- vymežit soustavu cílů fyzikálního vzdělávání
- charakterizovat vzdělávací standardy základní a střední školy
- formulovat specifické cíle fyzikálního vzdělávání

### Učební text

#### 2.1 Cíle fyzikálního vzdělávání

Každá lidská činnost, tedy i činnost vzdělávací má určité cílové zaměření, které je určováno jednak požadavky kladenými na jednotlivce společností, jednak jeho individuálními potřebami a zájmy. Čím přesněji je možné cíle vymežit, tím lépe lze celou činnost motivovat, organizovat, plánovat atd. a tím racionálněji může být cíle dosaženo.

Cíle fyzikálního vzdělání jsou nejčastěji vymežovány ze tří hledisek: ve vztahu ke společnosti, k fyzice jako vědecké disciplíně a k výchovné sféře vzdělávání.

Obecně formulované cíle fyzikálního vzdělávání, uváděné obvykle jako součást úvodních poznámek učebních osnov fyziky, zahrnují:

1. Znalost základních fyzikálních jevů a zákonů.
2. Znalost metod a pracovních postupů fyziky (experimentování, abstrakce a vytváření pojmů, používání modelů, matematizace popisu fyzikálních jevů aj.)
3. Znalost způsobů využití fyzikálních poznatků v praxi.
4. Porozumění dějům v životním prostředí a jeho ovlivňování.
5. Samostatné myšlení při uplatňování fyzikálních poznatků.

Výběr cílů je do značné míry ovlivněn vnějšími vazbami fyzikálního vzdělávání na prostředí, v němž se fyzikální vzdělávání uskutečňuje. Tyto vazby pak určují **institucionální cíle** fyzikálního vzdělání, k nimž patří:

- A. Cíle v rámci školy (cíle určené zaměřením školy - profilem absolventa, vztahem k jiným učebním předmětům a předpokládaným uplatněním absolventa školy).
- B. Cíle v rámci vzdělávací soustavy (ve vztahu k dalšímu studiu, k přípravě na praktická povolání a s ohledem na vzájemné vazby jednotlivých typů škol).
- C. Cíle v rámci společnosti (ve vztahu k možnostem uplatnění absolventa v různých oblastech života společnosti, při vytváření pozitivních postojů a hodnot, ve smyslu humanizace fyzikálního vzdělávání).

Pro řešení řady konkrétních úkolů, jako je tvorba učebních osnov a učebnic, volba metodických postupů ve výuce, plánování učební činnosti, kontrola a hodnocení vědomostí žáků obvykle nevystačíme s obecným vymezením výchovně vzdělávacích cílů fyziky, ale potřebuje-

me jejich přesnější a podrobnější formulaci. Proto jsou v didaktice fyziky vytvářeny **soustavy cílů fyzikálního vzdělání**, které usilují o co nejlepší soulad s požadavky institucionálních cílů.

V pedagogické literatuře je popsána řada uspořádaných systémů vzdělávacích cílů jednak v obecné rovině, jednak speciálně zaměřených na určitý učební předmět. Nejznámější je **taxonomie výchovně vzdělávacích cílů** navržená americkým pedagogickým psychologem BENJAMINEM BLOOMEM (1913–1999) v roce 1956, která ovlivnila také tvorbu obdobných soustav pro jednotlivé předměty. Pro Bloomovu taxonomii je charakteristický uspořádaný systém cílů postupující od cílů nižších, jednodušších, k cílům vyšším, složitějším, popř. komplexním. Struktura Bloomovy soustavy cílů je určena následujícími hlavními cílovými kategoriemi:

1. Znalost (zapamatování)
2. Porozumění
3. Aplikace
4. Analýza
5. Syntéza
6. Hodnotící posouzení

Charakter taxonomie má i **soustava cílů fyzikálního vzdělání** [1], která má tři základní subsystemy:

1. Cíle v oblasti poznatkové (*informační cíle*).
2. Cíle v oblasti činností (*operační cíle*).
3. Cíle v oblasti hodnot (*emocionálně volní cíle*).

Tyto základní subsystemy lze rozvést až na zcela konkrétní požadavky, které určují, *co má žák vědět, co má umět, čemu má rozumět a jaký má být* ve vztahu k sobě, učebnímu předmětu, školnímu vzdělávání i ke společnosti.

Cíle v oblasti poznatkové směřují k vytvoření soustavy vědomostí především ve dvou základních oblastech, daných jednak poznatkovou strukturou fyziky jako přírodní vědy, jednak aplikacemi fyziky v technické praxi. Přitom lze tyto cíle řadit v určité hierarchické posloupnosti, která v podstatě odpovídá soustavě prvků didaktického systému, které vytvářejí obsah fyzikálního vzdělání (viz kap. 4).

Cíle v oblasti činností směřují převážně k vytváření intelektuálních a z části i motorických dovedností žáků. Jestliže vědomost (znalost) tvoří první stupeň v oblasti poznatkových cílů, pak dovednost získávat informace o fyzikálním ději je nejnižším cílem v oblasti cílů činností (pozorování děje, záznam o pozorování). Úroveň porozumění odpovídá organizace experimentu a pozorování při vlastní experimentální činnosti, která přechází v aplikaci (samostatné řešení problému na základě typové úlohy). Ještě výše je analýza výsledků pozorování, popř. experimentování, samostatnost a tvořivost při této činnosti (syntéza), která již přechází k začlenění pozorovaných jevů do širších souvislostí, což odpovídá hodnotícímu postoji.

Cíle v oblasti hodnot se dotýkají afektivní stránky žákovy osobnosti a ve svém souhrnu určují jeho chování a vztah k lidem, věcem, jevům, událostem, společnosti atd. Při dosahování těchto cílů se uplatňuje komplexní působení vzdělávacího procesu jako celku a nelze se zpravidla omezit na určité téma učiva nebo fyziky jako samostatného předmětu.

## 2.2 Vzdělávací standardy základní a střední školy

Současné koncepte vzdělávání charakterizuje poměrně značný stupeň liberalizace vzdělávacích cest. Stát se vzdává monopolu v oblasti vzdělávání a školám i jednotlivým učitelům umožňuje volbu vlastních vzdělávacích programů a vyučovacích postupů. Tento přístup pro učitele znamená větší svobodu, ale současně i větší odpovědnost za vlastní práci. Úkolem státu však je dbát na úroveň vzdělání svých občanů, a proto uplatňuje svůj vliv při vymezování cílových horizontů jednotlivých úrovní vzdělání (elementární, základní, střední, odborné apod.).

Dosažení požadované úrovně vzdělávání je vázáno na dodržení určitého vzdělávacího standardu. Tím se rozumí popis a charakterizace vzdělávacího cíle a prostředek k zajištění žádoucí úrovně vzdělání na daném stupni a typu školy. Měl by mít dvě roviny: a) *základní* - závaznou pro žáky jako předpoklad pro ukončení příslušného typu školy, b) *rozšiřující* - závaznou pro učitele a školu. Hodnocení žáků je pak odstupňováno podle míry zvládnutí této části výuky.

Podle funkce, kterou vzdělávací standard plní, je to **standard vstupní** (jeho splnění je požadováno při přechodu z nižšího na vyšší stupeň školy), **standard procesuální** (slouží k průběžnému hodnocení dosahování dílčích cílů výuky), **standard výstupní** (jeho splnění je předpokladem ukončení studia na daném typu školy).

Vzdělávací standard je v podstatě popsán vymezením souboru vědomostí a dovedností a doporučeným průchodem tímto souborem (učební osnovou), přičemž je také třeba stanovit požadovanou úroveň zvládnutí jednotlivých poznatků. Samostatný slovní popis vzdělávacího standardu však jen obtížně může v úplnosti vymežit zejména požadované úrovně dosažení dílčích cílů vymezených standardem. Proto významnou funkci plní i doplňkový popis standardů, z nichž největší význam má učebnice, ale uplatní se např. také soubory typových úloh a cvičení, standardizované testy aj.

V obecné podobě je vzdělávací standard vymezen školskými orgány jako závazný dokument pro jednotlivé typy škol. Ještě před zavedením Rámcových vzdělávacích programů to byl např. standard základního vzdělání [2], který měl význam nástroje, jímž stát zajišťuje kvalitu vzdělání poskytovaného základní školou. Standard má řadu funkcí:

1. Je kritériem pro posuzování vzdělávacích programů, popř. učebních textů předkládaných centrálním školským orgánům (např. programy občanská škola, národní škola aj.).
2. Pro ředitele a učitele standard formuluje podstatné vzdělávací cíle, k jejichž naplnění pedagogická činnost škol směřuje, a současně vymezuje obsah základního vzdělání, který je třeba respektovat při přijímání žáků na střední školy.
3. Standard je nástrojem hodnocení (evaluace) vlastní práce škol, umožňuje zjišťování efektivnosti vzdělávacích činností a hodnocení výsledků dosažených žáky.
4. Standard je východiskem kontrolní a hodnotící činnosti České školní inspekce.
5. Standard ovlivňuje zaměření a obsah přípravy učitelů, jejich další vzdělávání a přípravu řídicích školských pracovníků.

Vzdělávací standardy zahrnují (viz např. [2], [3]): 1. Vzdělávací cíle daného typu školy, 2. Kmenové učivo.

Vzdělávací cíle uvedené v těchto dokumentech nemají taxativní povahu. Vyjadřují základní směry vzdělávání, které by se měly odrážet v nabídce vzdělávacích programů, v pedagogických záměrech učitelů i v reálně dosažené kvalitě poznatků, dovedností, kompetencí a hodnotové orientaci žáků.

Kmenové učivo vyjadřuje obsahové jádro vzdělání na daném typu školy, zahrnuje nosné okruhy poznatků a je závaznou součástí vzdělávacích programů. Zajišťuje srovnatelnost jednotlivých vzdělávacích programů, jejich prostupnost a návaznost s vyšším stupněm vzdělávání.

Vzdělávací cíle v dokumentech [2] a [3] jsou obdobně strukturovány jako v čl. 2.1 do tří systémů:

1. Rozvoj poznání.
2. Dovednosti a kompetence.
3. Hodnoty a postoje.

Cíle fyzikálního vzdělání např. na základní škole jsou pak v [2] formulovány takto:

Proces vzdělávání směřuje k tomu, aby žáci:

- pochopili a osvojili si - především na základě pozorování a experimentování - nejdůležitější fyzikální pojmy, veličiny a zákonitosti potřebné k porozumění fyzikálním jevům a procesům vyskytujícím se v běžném životě i v technické a technologické praxi
- dovedli používat základní metody práce, kterých fyzika používá při pozorování fyzikálních objektů a procesů (pozorování, měření, vytváření experimentů, zpracování získaných údajů, jejich hodnocení, vyvozování závěrů z nich)
- získali dovednost využívat poznatky při řešení fyzikálních problémů a úloh, při objasňování fyzikálních jevů i při samostatném provádění jednoduchých pokusů
- uměli kriticky hodnotit získané či předložené informace, posuzovat je a ověřovat z různých hledisek (především z hlediska jejich správnosti, přesnosti a spolehlivosti)
- dovedli pracovat s jasně vymezenými pojmy

Okruhy kmenového učiva uvedené v [2] i [3] v podstatě odpovídají částečně zkrácenému výčtu témat a hesel osnov fyziky obou typů škol.

## 2.3 Specifické cíle výuky fyziky

Pro práci učitele jsou vzdělávací standardy vymezené centrálními školskými orgány příliš obecné. Při plánování vyučovací činnosti a při přípravě na vyučovací hodinu musí učitel dosažení výukového cíle konkretizovat do podoby tzv. **specifického cíle**. Tento cíl musí být formulován v kategoriích výkonu žáka a musí být kontrolovatelný. Určitou pomůckou při této práci mohou učitelé být podrobněji zpracované návrhy standardů fyzikálního vzdělávání, které vznikly jako výsledek aktivity Jednoty českých matematiků a fyziků (viz [4] až [4]). Pro každé dílčí téma učiva fyziky jsou zde vymezeny základní pojmy, znalosti (žák by měl ...), požadované vztahy a konstanty a dovednosti. Standard základní školy v publikaci [4] je navíc rozšířen i o typové formulace specifických cílů s použitím tzv. **aktivních sloves**.

Pro jednotlivé kategorie lze nalézt aktivní slovesa, která vystihují dosaženou cílovou úroveň, a lze pomocí nich formulovat specifické cíle např. při přípravě na výuku. Pomůckou zde může být výběr aktivních sloves uspořádaný podle Bloomovy taxonomie výchovně vzdělávacích cílů.

Příklady:

1. *Zapamatování*: definovat, doplnit, napsat, opakovat, pojmenovat, popsat, přiřadit, reprodukovat, seřadit, vybrat, určit.

2. *Porozumění*: dokázat, jinak formulovat, ilustrovat, interpretovat, objasnit, odhadnout, opravit, přeložit, převést, vyjádřit vlastními slovy, vysvětlit, vypočítat, zkontrolovat, změřit.

3. *Aplikace*: aplikovat, demonstrovat, diskutovat, interpretovat údaje, načrtnout, navrhnout, plánovat, použít, prokázat, registrovat, řešit, uvést vztah mezi, uspořádat, vyčíslit, vyzkoušet.

4. *Analýza*: analyzovat, provést rozbor, rozhodnout, rozlišit, rozčlenit, specifikovat.

5. *Syntéza*: kategorizovat, klasifikovat, kombinovat, modifikovat, napsat sdělení, navrhnout, organizovat, reorganizovat, shrnout, vyvodit obecné závěry.

6. *Hodnotící posouzení*: argumentovat, obhájit, ocenit, oponovat, podpořit (názory), porovnat, posoudit, provést kritiku, prověřit, srovnat s normou, vybrat, uvést klady a zápory, zdůvodnit, zhodnotit.

S konkrétním vymezením vzdělávacího cíle se učitel setkává při přípravě na vyučování. Na základě didaktické analýzy učiva vymezí pomocí aktivních sloves hlavní cíle hodiny. Je ovšem obtížné (ale v praxi časté) vymežit cíl hodiny jedinou větou. Nemá-li být vymezení cíle formální, je třeba vypracovat celou cílovou strukturu daného okruhu učiva, z níž by jednak byly patrné nejdůležitější cíle ze všech tří oblastí (poznatkové, činnostní, postojové). Současně by ovšem bylo třeba připravit vhodný prostředek (např. písemnou zkoušku), kterým by po ukončené výuce, včetně fáze procvičování a opakování učiva, bylo možné dosažení stanoveného cíle ověřit a prokázat.

V současnosti stanoví obecné cíle vzdělávání Rámcové vzdělávací programy (RVP) pro jednotlivé typy škol (viz kap. 3), v nichž jsou vymezeny tzv. **klíčové kompetence**, které představují soubor vědomostí, dovedností, schopností, postojů a hodnot, důležitých pro osobní rozvoj jedince, jeho aktivní zapojení do společnosti a budoucí uplatnění v životě. Např. podle RVP pro gymnázia [7] by si měl žák studiem na čtyřletém gymnáziu, popř. na vyšším stupni víceletého gymnázia osvojit následující kompetence:

- kompetenci k učení,
- kompetenci k řešení problémů,
- kompetenci komunikativní,
- kompetenci sociální a personální,
- kompetenci občanskou,
- kompetenci k podnikavosti.

RVP vymezuje obsah jednotlivých kompetencí na obecné úrovni. Jejich konkretizace pro potřeby fyzikálního vzdělávání na střední škole a pro tvorbu kurikula je zapracována např. v publikaci [8] a je také součástí učebnic fyziky.

Charakter výstupního standardu fyzikálního vzdělávání na střední škole mají rovněž požadavky k maturitní zkoušce, které jsou zpracovány v Katalogu požadavků zkoušek společné části maturitní zkoušky [9]. Katalog definuje maturitní požadavky tak, aby si je mohli osvojit žáci bez ohledu na typ programového dokumentu, z něhož vychází studijní plán dané školy. Očekávané znalosti a dovednosti ověřované maturitní zkouškou, které jsou v Katalogu obsaženy, lze rozdělit do tří kategorií.

### **Znalost s porozuměním**

#### **Žák dovede:**

- vysvětlit fyzikální poznatek (fyzikální data, informace, zákony, definice, pojmy, teorie, metody),



- analyzovat fyzikální fakta a rozpoznat jejich příčiny (průběh fyzikálního děje, fyzikální jev, stav tělesa nebo soustavy apod.), porovnat a uspořádat je podle určitého kritéria, určit vztahy mezi nimi,
- popsat a interpretovat matematický vztah mezi fyzikálními veličinami, zapsat matematický vztah,
- na základě slovního vyjádření vysvětlit význam vybraných fyzikálních a materiálových konstant.

### **Aplikace znalostí a řešení problémů**

#### **Žák dovede:**

- řešit různými metodami přiměřeně obtížné fyzikální úlohy a problémy, s nimiž se setká při studiu i v běžném životě a technické praxi,
- řešit fyzikální úlohy formálně správně (obecné řešení, číselné řešení, zápis jednotek, správné zaokrouhlování výsledku),
- odhadnout výsledek řešení úlohy,
- vysvětlit význam fyzikálního poznatku pro praxi (zvl. v kontextu běžného života, techniky, bezpečného zacházení s technickými zařízeními a ochrany životního prostředí),
- vysvětlit fyzikální principy činnosti vybraných technických zařízení,
- vytvářet fyzikální model reálné situace (zjednodušovat, charakterizovat fyzikálními veličinami, rozlišit podstatné vlastnosti od nepodstatných, rozlišit proměnné veličiny a stálé parametry, vybrat fyzikální zákon a rozpoznat meze jeho platnosti, rozhodnout, zda daný model je vhodný pro daný problém),
- rozpoznat (předpovídat) důsledky, odhadnout průběh děje ze znalosti počátečních podmínek a zákona, jímž se děj řídí,
- provést důkaz jednoduchého fyzikálního tvrzení.

### **Práce s informacemi**

#### **Žák dovede:**

- z popisu fyzikálního děje vyvodit a formulovat závěry a popsany děj na přiměřené úrovni fyzikálně vysvětlit,
- navrhnout jednoduchý experiment, který demonstruje určitý fyzikální fakt (objekt, děj, stav, vlastnost, jev) nebo ověřuje hypotézu či platnost fyzikálního zákona,
- vyhodnotit měření (včetně určení odchylky měření), interpretovat výsledek měření a porovnat jej s teorií,
- provádět řádové odhady hodnot měřených veličin a chyb měření,
- odečítat hodnoty veličin z předložené tabulky,
- vyhledat hodnoty fyzikálních veličin a konstant v tabulkách,
- sestrojít graf závislosti dvou fyzikálních veličin z hodnot získaných měřením,
- odečítat z grafů hodnoty veličin,
- vysvětlit podle schématu nebo obrázku jednoduššího zařízení či elektrického obvodu jejich funkci,
- nakreslit schéma nebo obrázek reálného zařízení či elektrického obvodu,
- měřit posuvným a mikrometrickým měřidlem, teploměrem, stopkami, ampérmetrem, voltmetrem,

## Literatura ke kapitole 2

- [1] Fenclová, J.: Úvod do teorie a metodologie didaktiky fyziky, SPN, Praha 1982, s. 54.
- [2] Standard základního vzdělávání. Věstník MŠMT ČR, roč. LI, seš. 9, 1995.
- [3] Standard vzdělávání na gymnáziu. Věstník MŠMT ČR, roč. LII, seš. 4, 1996.
- [4] Návrh standardů fyzikálního vzdělávání na základní škole, Prometheus, Praha 1995.
- [5] Návrh standardů fyzikálního vzdělávání na středních školách s maturitou, Prometheus, Praha 1994.
- [6] Návrh standardů fyzikálního vzdělávání na středních školách bez maturity, Prometheus, Praha 1995.
- [7] Rámcový vzdělávací program pro gymnázia. Výzkumný ústav pedagogický, Praha 2007, ISBN 978-80-87000-11-3. Dostupné na:  
<[http://www.vuppraha.cz/wp-content/uploads/2009/12/RVPG-2007-07\\_final.pdf](http://www.vuppraha.cz/wp-content/uploads/2009/12/RVPG-2007-07_final.pdf)>
- [8] Lepil, O. – Svoboda, E.: Příručka pro učitele fyziky na střední škole, Prometheus, Praha 2007.
- [9] Katalog požadavků zkoušek společné části maturitní zkoušky, zkušební předmět: fyzika, CERMAT, Praha 2008. Dostupné na:  
<<http://www.novamaturita.cz/fyzika-1404033119.html>>

### 3. Školská soustava a fyzikální vzdělávání

#### Cíle

Po prostudování této kapitoly dokážete:

- charakterizovat školskou soustavu ČR z hlediska fyzikálního vzdělávání
- vymezit obsahovou náplň vzdělávacího oboru fyzika na základní a střední škole
- zvolit základní dokumenty pro tvorbu školního vzdělávacího programu

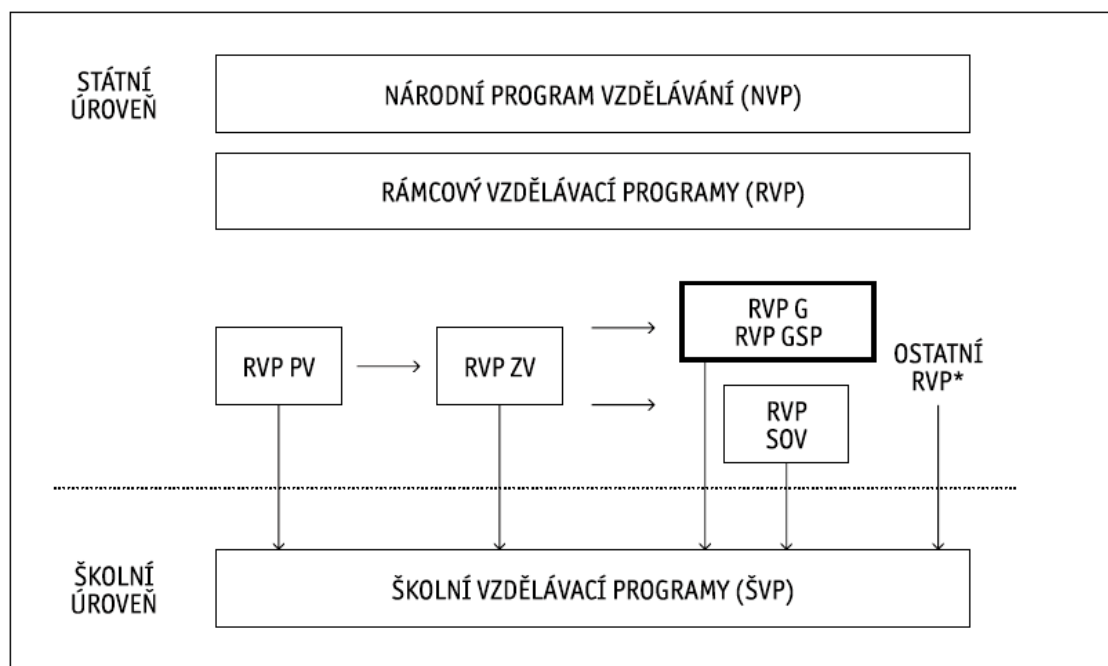
#### Učební text

Školskou soustavu v České republice vymezuje Zákon č. 561/2004 Sb., o předškolním, základním, středním, vyšším odborném a jiném vzdělávání (tzv. školský zákon, [1]). Na základě tohoto zákona probíhá vzdělávání v jednotlivých školách a školských zařízeních podle **vzdělávacích programů**. Zavádí se tak nový systém kurikulárních dokumentů, které vymezují koncepci, cíle a vzdělávací obsah daného typu školy. Školský zákon stanoví dvě úrovně kurikulárních dokumentů – úroveň státní a úroveň školní.

**Státní úroveň** kurikulárních dokumentů tvoří **Národní program vzdělávání**, který zpracovává Ministerstvo školství, mládeže a tělovýchovy, a **Rámcové vzdělávací programy (RVP)** vydané pro každý obor vzdělání v základním a středním vzdělávání a pro předškolní, základní umělecké a jazykové vzdělávání.

**Školní úroveň** kurikulárních dokumentů představují **Školní vzdělávací programy (ŠVP)**. Podle nich se uskutečňuje vzdělávání na jednotlivých školách. ŠVP si vytváří každá škola sama podle zásad stanovených v příslušném RVP.

Přehledně je soustava kurikulárních dokumentů znázorněna na obr. 3-1 (viz [2]).



Obr. 3-1

Národní program vzdělávání formuluje požadavky na vzdělávání jako celek, Rámcové vzdělávací programy vymezují závazné rámce vzdělávání pro jednotlivé etapy vzdělávání (pro předškolní – RVP PV, základní – RVP ZV, gymnaziální – RVP G, pro gymnázia se sportovní přípravou – RVP GSP, střední odborné vzdělávání – RVP SOV a ostatní RVP – umělecké, jazykové a případně další, které vymezuje školský zákon). Těmito rámci je vymezeno organizační uspořádání vzdělávání na daném stupni školy, podmínky přijetí ke vzdělávání, způsob a podmínky ukončování vzdělávání, pojetí a cíle výuky, klíčové kompetence, povinný obsah učiva, očekávané výstupy všeobecného i odborného vzdělávání a rámcový učební plán.

Školní vzdělávací programy jsou vytvářeny přímo na školách a učitelé se tak stávají přímými tvůrci kurikulárních materiálů, na jejichž základě probíhá konkrétní vyučovací činnost na dané škole. Na této úrovni projektování výuky se vymezují jednotlivé vyučovací předměty a stanoví **učební plán** vzdělávacích programů školy, který určuje týdenní počty hodin vyučovacích předmětů v jednotlivých ročnících programu. Podle učebního plánu jsou pak zpracovány **učební osnovy** předmětu, které podrobněji vymezují tematické celky učiva a očekávané školní výstupy.

### 3.1 Fyzikální vzdělávání na základní škole

Hlavním cílem fyzikálního vzdělávání na základní škole je příprava žáků pro jejich tvořivé uplatnění jako vzdělaných a kulturně vyspělých občanů. Přitom fyzika jako učební předmět na základní škole plní svoje specifické úkoly:

1. Uvádí žáky systematicky do základních oborů fyziky, vytváří a rozvíjí nejdůležitější fyzikální pojmy.
2. Seznamuje žáky na odpovídající úrovni s fyzikálními zákony a teoriemi.
3. Vytváří základ jejich fyzikálního vzdělání jako součásti lidské kultury a v jejich myšlení vytváří nárys současného fyzikálního obrazu světa.
4. Ukazuje základní prvky použití fyziky v praxi.

Současná koncepce fyzikálního vzdělávání na základní škole je do značné míry ovlivněna projektem jednotného vzdělávání, který vznikl již v průběhu 2. poloviny 60. let minulého století a do škol vstoupil v plném rozsahu v polovině 70. let. Tvorba tohoto projektu je spjata především s osobností zakladatelky české didaktiky fyziky MARTY CHYTILOVÉ (1907–1998), která také nejúplněji formulovala problémy fyzikálního vzdělávání na základní škole [3]. Tyto problémy rozděluje do tří skupin:

- I. Problémy spojené s věkem žáků.
- II. Problémy spojené s vytvářením a rozvíjením fyzikálních pojmů.
- III. Problémy spojené s výběrem pracovních postupů a žákovských činností.

Ad I. *Problémy spojené s věkem žáků* jsou aktuální proto, poněvadž tímto projektem poprvé v naší základní škole se fyzikální vzdělávání přesouvá z věku 13 let do věkové kategorie žáků 12letých. Tato skupina problémů má převážně psychologicko-didaktický ráz a týká se obsahu a struktury učiva i metod a prostředků výuky.

U žáků této věkové skupiny se projevují výrazné rozdíly v úrovni myšlení žáků a postupně se teprve vyvíjejí schopnosti podmiňující porozumění obsahu základních fyzikálních pojmů. Vyvíjejí se i jiné schopnosti nutné pro efektivní výuku. Je to především schopnost porozumět čtenému odbornému textu a reagovat na něj, schopnost vyjadřovat se logicky a jazykově

správně, schopnost používat odborné termíny a symboly, schopnost abstrakce, která je potřebná při kreslení a čtení náčrtků, schémat a grafů.

Zkušenosti ukázaly, že na tomto stupni školy je účelná stupňovitá struktura učebních osnov fyziky, která se liší od historického členění fyziky. Tomu odpovídá výběr a uspořádání učiva, které se opírá o dva uzlové pojmy – **látka a pole**. Tyto pojmy se postupně rozvíjejí v celém učivu, přičemž se postupně zvyšuje náročnost na chápání obsahu těchto pojmů a obsah pojmů se obohacuje. V celém rozsahu učiva se také rozvíjí poznávání kvantitativních vztahů, jednotek, dovednost měřit a experimentovat.

Výklad učiva směřuje k tomu, aby se žák nesetkával s pouhým popisem fyzikálních jevů, ale aby si uvědomoval souvislosti jevů a chápal strukturu fyziky. Postupně se rozvíjí také schopnost abstrakce. S tím souvisí i modelový přístup k výkladu některých fyzikálních jevů. Fyzikální model má v učivu mimořádný význam. Používají se modelové objekty, modelové jevy i modelové myšlenkové konstrukce (příklady: jednoduchý model krystalické struktury látek, kapalin a plynů, model vedení elektrického proudu, model silového pole aj.).

#### *Ad II. Problémy spojené s vytvářením a rozvíjením fyzikálních pojmů*

Žáci postupně poznávají obsah vybraných pojmů používaných ve vědě i v praktické činnosti lidí. Je položen základ systému fyzikálních pojmů, který je chápán jako systém otevřený a navazuje na něj další fyzikální vzdělávání žáků na různých typech středních škol.

Do tohoto systému jsou zahrnuty:

- a) jevy (např. var, vypařování, difuze),
- b) vlastnosti těles (např. tekutost, pružnost, tvárnost),
- c) vlastnosti polí,
- d) fyzikální veličiny.

Osvojení pojmů je základem uvědomělého osvojení fyzikálních zákonů a teorií, které vyjadřují vztahy mezi pojmy. V pojmech poznávají žáci podstatné vlastnosti předmětů a jevů reality, která je obklopuje. Pojem je zároveň formou myšlení, která odráží reálný svět.

Vytváření pojmů se děje různými postupy:

- a) východiskem jsou konkrétní vjemy a žákovy zkušenosti z bezprostředního a cílevědomého pozorování,
- b) u složitějších pojmů se uplatňuje řada pokusů, které žáci analyzují, a při abstrakci směřují k vymezení podstatných znaků pojmů,
- c) u pojmů, u nichž se nelze opřít o konkrétní smyslový vjem, se vychází ze zjednodušeného modelu fyzikální teorie (atom, elektrický náboj, elektron aj.).

Vymezení pojmu je zpravidla neúplné, nesměřuje k definici pojmu v logickém smyslu, ale cílem je spíše vysvětlení a popis některých znaků pojmů (např. vytváření pojmu práce, elektrický proud aj.). Důležitou složkou pojmotvorného procesu je postup výuky, při němž se žáci učí s pojmem pracovat a tím se vrací k jeho konkretizaci.

V každé etapě osvojování fyzikálního pojmu je nutná organizace aktivní poznávací činnosti, zvláště při vymezení podstatných znaků pojmu, při srovnávání se znaky jiných pojmů, při hledání vztahů mezi pojmy, při klasifikaci pojmů a při jejich užití.

Zvláštní přístup vyžaduje vytváření fyzikálních veličin, zavádění jejich jednotek a seznamování s postupy měření.

### Ad III. *Problémy spojené s výběrem pracovních postupů a žákovských činností*

Tento okruh problémů se týká: a) pracovního používání učebnice fyziky, b) nového přístupu k fyzikálnímu pokusu jako prostředku poznávání a praktických aplikací učiva, c) nový přístup k řešení úloh ve fyzice.

Uplatňují se úlohy: a) problémové, b) spojené s kvalitativními žákovskými, popř. demonstračními pokusy, c) spojené s náčrtky a schémata, d) kvantitativní, které žáci řeší použitím výpočtů, grafů, tabulek a použitím výsledků měřicích pokusů.

U fyzikálního pokusu je zdůrazněn jeho gnozeologický význam. Uplatňují se demonstrační pokusy prováděné učitelem, frontální žákovské pokusy prováděné skupinami žáků a laboratorní úlohy, které mají ráz kontrolní zkoušky.

Další vývoj fyzikálního vzdělávání na základní škole po roce 1989 směřuje od jediného a jednotného projektu výuky fyziky k značně liberálnímu přístupu při projektování výuky v rámci platného RVP základního vzdělání. To se odráží i ve vzniku několika různě koncipovaných souborů učebnic pro základní školu, hlavní myšlenky jednotného projektu však zůstávají zachovány a nalézají odraz i v současných výukových materiálech. Jedním z charakteristických rysů nového pojetí výuky fyziky na základní škole jsou tendence k integracím poznatků v rámci přírodovědných vyučovacích předmětů. To je zřejmé i z toho, že fyzika je v Rámcovém vzdělávacím programu pro základní vzdělávání zařazena do vzdělávací oblasti s označením Člověk a příroda (viz dále). Patrná je i snaha o takovou interpretaci fyzikálního učiva, která by směřovala od fenomenologického (popisného) výkladu jednotlivých poznatků k jejich výkladu kauzálnímu, tzn. na základě příčinných souvislostí daných zejména poznatků o stavbě hmoty a její vnitřní struktuře.

V projektech výuky fyziky na základní škole lze vymezit z hlediska perspektivního didaktického systému výuky přírodních věd následující integrující pojmy:

- Částicová a elektrická stavba látek
- Silové pole
- Fyzikální veličiny
- Energie

Hlavní důraz je kladen na první dva integrující pojmy, jejichž obsah se formuje již na počátku výuky fyziky v 6. ročníku v propedeutické části didaktického systému učiva. V další, již systematicky uspořádané části učiva ve vyšších ročnících se představy o částicové a elektrické stavbě látek a silových polích postupně rozvíjejí a obohacují. Je ovšem třeba konstatovat, že kauzální přístup k výkladu jevů klade poměrně značné nároky na intelektuální schopnosti žáků a výklad z pozic částicové stavby látek se poněkud odchyluje od konkrétních zkušeností, k nimž žáci dospívají spontánně na základě pozorování smyslům dostupných jevů a experimentů.

Významnou funkci sehrávají jednoduché názorné modely, které odrážejí základní znaky pojmů a jsou nejen postačující pro vysvětlení jevů na dané úrovni základní školy, ale lze je uplatnit a dále rozvíjet v jiných předmětech a v navazujícím středoškolském vzdělávání. V učivu je třeba také odlišit poznatky, které žáci mohou získat pozorování (např. dělitelnost látek), od poznatků, které jsou výsledkem vědeckého poznání a jsou podloženy složitými a pro žáky nedostupnými experimenty (např. složení látek z atomů a molekul).

Pro projektování výuky a tvorbu Školního vzdělávacího programu je důležitá hodinová dotace jednotlivých vzdělávacích oborů (vyučovacích předmětů). Ta je v obecné rovině stanovena **Rámcovým učebním plánem** (RUP, [4], s. 104). Výuka fyziky je součástí vzdělávací oblasti

Člověk a příroda, který zahrnuje fyziku, chemii, přírodopis a zeměpis a její minimální časová dotace je 21 týdenních vyučovacích hodin v 6. – 9. ročníku. Tuto časovou dotaci je možné rozšířit z tzv. disponibilní časové dotace, pro niž je v RUP vymezeno pro 2. stupeň základního vzdělávání 24 vyučovacích hodin a celková povinná časová dotace je v RUP stanovena pro 2. stupeň na 122 hodin.

Pro práci učitele je také důležitý výběr učebnice, která určuje konkrétní obsah, pojetí učiva i metodické postupy výuky. Učebnice ZŠ schvaluje MŠMT a v současnosti (2012) je k dispozici 5 souborů učebnic opatřených schvalovací doložkou ministerstva. Jsou to učebnice vydavatelství Prometheus (2 soubory), Fraus, SPN, Prodos a Tvořivá škola. Na pomoc učitelů při přípravě ŠVP byla vydána publikace [5].

Názorný obraz o současném pojetí výuky fyziky na základní škole podává Rámcový vzdělávací program pro základní vzdělávání, jehož část určená pro tvorbu školního vzdělávacího programu vyučovacího předmětu Fyzika je uvedena v plném znění ([4], s. 51-54):

## FYZIKA

### Vzdělávací obsah vzdělávacího oboru

#### LÁTKY A TĚLESA

##### Očekávané výstupy

Žák

- *změří vhodně zvolenými měřidly některé důležité fyzikální veličiny charakterizující látky a tělesa*
- *uveďe konkrétní příklady jevů dokazujících, že se částice látek neustále pohybují a vzájemně na sebe působí*
- *předpoví, jak se změní délka či objem tělesa při dané změně jeho teploty*
- *využívá s porozuměním vztah mezi hustotou, hmotností a objemem při řešení praktických problémů*

##### Učivo

- **měřené veličiny** – délka, objem, hmotnost, teplota a její změna, čas
- **skupenství látek** – souvislost skupenství látek s jejich částicovou stavbou; difuze

#### POHYB TĚLES. SÍLY

##### Očekávané výstupy

Žák

- *rozhodne, jaký druh pohybu těleso koná vzhledem k jinému tělesu*
- *využívá s porozuměním při řešení problémů a úloh vztah mezi rychlostí, dráhou a časem u rovnoměrného pohybu těles*
- *změří velikost působící síly*
- *určí v konkrétní jednoduché situaci druhy sil působících na těleso, jejich velikosti, směry a výslednici*
- *využívá Newtonovy zákony pro objasnění či předvídaní změn pohybu těles při působení stálé výsledné síly v jednoduchých situacích*
- *aplikuje poznatky o otáčivých účincích síly při řešení praktických problémů*

## Učivo

- **pohyby těles** – pohyb rovnoměrný a nerovnoměrný; pohyb přímočarý a křivočarý
- **gravitační pole a gravitační síla** – přímá úměrnost mezi gravitační silou a hmotností tělesa
- **tlaková síla a tlak** – vztah mezi tlakovou silou, tlakem a obsahem plochy, na niž síla působí
- **třecí síla** – smykové tření, ovlivňování velikosti třecí síly v praxi
- **výslednice dvou sil stejných a opačných směrů**
- **Newtonovy zákony** – první, druhý (kvalitativně), třetí
- **rovnováha na páce a pevné kladce**

## MECHANICKÉ VLASTNOSTI TEKUTIN

### Očekávané výstupy

#### Žák

- *využívá poznatky o zákonitostech tlaku v klidných tekutinách pro řešení konkrétních praktických problémů*
- *předpoví z analýzy sil působících na těleso v klidné tekutině chování tělesa v ní*

## Učivo

- **Pascalův zákon** – hydraulická zařízení
- **hydrostatický a atmosférický tlak** – souvislost mezi hydrostatickým tlakem, hloubkou a hustotou kapaliny; souvislost atmosférického tlaku s některými procesy v atmosféře
- **Archimédův zákon** – vztlaková síla; potápění, vznášení se a plavání těles v klidných tekutinách

## ENERGIE

### Očekávané výstupy

#### Žák

- *určí v jednoduchých případech práci vykonanou silou a z ní určí změnu energie tělesa*
- *využívá s porozuměním vztah mezi výkonem, vykonanou prací a časem*
- *využívá poznatky o vzájemných přeměnách různých forem energie a jejich přenosu při řešení konkrétních problémů a úloh*
- *určí v jednoduchých případech teplo přijaté či odevzdané tělesem*
- *zhodnotí výhody a nevýhody využívání různých energetických zdrojů z hlediska vlivu na životní prostředí*

## Učivo

- **formy energie** – pohybová a polohová energie; vnitřní energie; elektrická energie a výkon výroba a přenos elektrické energie; jaderná energie, štěpná reakce, jaderný reaktor, jaderná elektrárna; ochrana lidí před radioaktivním zářením
- **přeměny skupenství** – tání a tuhnutí, skupenské teplo tání; vypařování a kapalnění; hlavní faktory ovlivňující vypařování a teplotu varu kapaliny
- **obnovitelné a neobnovitelné zdroje energie**



## ZVUKOVÉ DĚJE

### Očekávané výstupy

Žák

- *rozpozná ve svém okolí zdroje zvuku a kvalitativně analyzuje příhodnost daného prostředí pro šíření zvuku*
- *posoudí možnosti zmenšování vlivu nadměrného hluku na životní prostředí*

### Učivo

- **vlastnosti zvuku** – látkové prostředí jako podmínka vzniku šíření zvuku, rychlost šíření zvuku v různých prostředích; odraz zániku na překážce, ozvěna; pohlcování zvuku; výška zvukového tónu

## ELEKTROMAGNETICKÉ A SVĚTELNÉ DĚJE

### Očekávané výstupy

Žák

- *sestaví správně podle schématu elektrický obvod a analyzuje správně schéma reálného obvodu*
- *rozliší stejnosměrný proud od střídavého a změří elektrický proud a napětí*
- *rozliší vodič, izolant a polovodič na základě analýzy jejich vlastností*
- *využívá Ohmův zákon pro část obvodu při řešení praktických problémů*
- *využívá prakticky poznatky o působení magnetického pole na magnet a cívku s proudem a o vlivu změny magnetického pole v okolí cívky na vznik indukovaného napětí v ní*
- *zapojí správně polovodičovou diodu*
- *využívá zákona o přímočarém šíření světla ve stejnorodém optickém prostředí a zákona odrazu světla při řešení problémů a úloh*
- *rozhodne ze znalosti rychlostí světla ve dvou různých prostředích, zda se světlo bude lámat ke kolmici či od kolmice, a využívá této skutečnosti při analýze průchodu světla čočkami*

### Učivo

- **elektrický obvod** – zdroj napětí, spotřebič, spínač
- **elektrické a magnetické pole** – elektrická a magnetická síla; elektrický náboj; tepelné účinky elektrického proudu; elektrický odpor; stejnosměrný elektromotor, transformátor; bezpečné chování při práci s elektrickými přístroji i a zařízeními
- **vlastnosti světla** – zdroje světla; rychlost světla ve vakuu a v různých prostředích stín, zatmění Slunce a Měsíce; zobrazení odrazem na rovinném, dutém a vypuklém zrcadle (kvalitativně); zobrazení lomem tenkou spojkou a rozptylkou (kvalitativně); rozklad bílého světla hranolem

## VESMÍR

### Očekávané výstupy

Žák

- *objasní (kvalitativně) pomoci poznatků o gravitačních silách pohyb planet kolem Slunce a měsíců planet kolem planet*
- *odliší hvězdu od planety na základě jejich vlastností*

### Učivo

- **sluneční soustava** – její hlavní složky; měsíční fáze
- **hvězdy** – jejich složení

### 3.2 Fyzika v Rámcovém vzdělávacím programu pro gymnázium

Na rozdíl od základní školy je vzdělávání na střední škole více diferencované a střední vzdělání se dosahuje absolvováním vzdělávacích programů, které poskytují tři stupně vzdělání (střední vzdělání, střední vzdělání s výučním listem a střední vzdělání s maturitní zkouškou). Střední vzdělávání se uskutečňuje na různých typech středních škol. Je to gymnázium, střední odborná škola a střední odborné učiliště ([1], § 7, odst. (3)). Výuka fyziky na těchto školách má v podstatě dvě funkce – všeobecně vzdělávací a přípravnou pro studium vyučovacích předmětů technického zaměření.

Gymnázium poskytuje střední vzdělání s maturitní zkouškou a výuka fyziky zde má mnohaletou tradici. Jako vyučovací předmět se fyzika formovala již v polovině 19. století a vždy měla v učebních plánech gymnázia významné místo. Nejlépe je to vidět na vývoji učebního plánu fyziky na gymnáziu. Tabulka 1 ukazuje vývoj učebního plánu fyziky na vyšším stupni víceletého gymnázia, popř. v odpovídajících ročnících čtyřletých vzdělávacích programů (čísla v závorkách) od konce 19. století a zahrnuje i současný stav daný Rámcovým vzdělávacím programem pro gymnázia [2].

**Tabulka 1**

Rok	Škola	Ročník				
		5 (1)	6 (2)	7 (3)	8 (4)	Celkem
1899	Gymnázium	-	-	3	3	6
1898	Reálka (sedmiletá)	-	4	4		8
1908	Reálné gymnázium	-	-	3	4	7
1919	Gymnázium	-	-	4	4	8
1948	Gymnázium			3	4	7
1953	Jedenáctiletá střední škola	3	3	5 <sup>1)</sup>		11
1961	Střední všeobecně vzdělávací škola	3	3	4		10
1983	Gymnázium	3	3	3	4	13
1990	Gymnázium	2	2	2	2	8
1999	Gymnázium	2	2	2	R <sup>2)</sup>	6
2007	Gymnázium ((RVP G Člověk a příroda)	P <sup>3)</sup>	P	V <sup>4)</sup>	V	24

1) Včetně astronomie, která byla v učebním plánu jako samostatný předmět s dotací 1 vyučovací hodina.

2) Hodinovou dotaci určuje ředitel školy.

3) Vzdělávací obsah oborů dané vzdělávací oblasti musí být zařazen v příslušném ročníku.

4) Zařazení vzdělávacího obsahu oborů dané vzdělávací oblasti do ročníků stanovuje ŠVP.

Výuka fyziky na střední škole navazuje na poznatky, které žák získal na základní škole a dále je rozvíjí tak, aby vznikl logický utříděný, ucelený soubor vědomostí, který směřuje k vytvoření fyzikálního obrazu světa, odpovídajícího současnému poznání, k němuž dospěla fyzika jako věda.

Tak, jak se vyvíjel učební plán fyziky, vyvíjelo se i pojetí fyziky, které v současnosti charakterizuje snaha omezit faktografickou (informativní) stránku výuky a posílit její formativní stránku, tzn. rozvíjet schopnost žáka řešit problémy, aktivně využívat získané poznatky při řešení problémů nejen ve školní výuce, ale i v praktickém životě. Podobně jako na základní

škole je i na střední škole snaha dosáhnout lepšího propojení poznatků, které žák získává v různých vyučovacích předmětech přírodovědného zaměření. To se odráží v RVP pro gymnázium vytvořením vzdělávací oblasti Člověk a příroda, do níž patří vzdělávací obory Fyzika, Chemie, Biologie, Geografie a Geologie.

### **Cílové zaměření vzdělávací oblasti Člověk a příroda**

Vzdělávání v dané vzdělávací oblasti směřuje k utváření a rozvíjení klíčových kompetencí tím, že vede žáka k:

- formulaci přírodovědného problému, hledání odpovědi na něj a případnému zpřesňování či opravě řešení tohoto problému;
- provádění soustavných a objektivních pozorování, měření a experimentů (především laboratorního rázu) podle vlastního či týmového plánu nebo projektu, k zpracování a interpretaci získaných dat a hledání souvislostí mezi nimi;
- tvorbě modelu přírodního objektu či procesu umožňujícího pro daný poznávací účel vhodně reprezentovat jejich podstatné rysy či zákonitosti;
- používání adekvátních matematických a grafických prostředků k vyjadřování přírodovědných vztahů a zákonů;
- využívání prostředků moderních technologií v průběhu přírodovědné poznávací činnosti;
- spolupráci na plánech či projektech přírodovědného poznávání a k poskytování dat či hypotéz získaných během výzkumu přírodních faktů ostatním lidem;
- předvídání průběhu studovaných přírodních procesů na základě znalosti obecných přírodovědných zákonů a specifických podmínek;
- předvídání možných dopadů praktických aktivit lidí na přírodní prostředí;
- ochraně životního prostředí, svého zdraví i zdraví ostatních lidí;
- využívání různých přírodních objektů a procesů pro plnohodnotné naplňování vlastního života při současném respektování jejich ochrany.

Současný stav fyzikálního vzdělávání na gymnáziu je nejlépe patrný z RVP pro obor fyzika, jehož vzdělávací obsah je uveden v plném znění ([2], s. 27-29). Je ovšem třeba doplnit, že po obsahové stránce RVP představuje jen minimum poznatků, které nemohou být při tvorbě ŠVP opomenuty. Obsah a rozsah výuky je pak plně šíří konkretizován zpracováním učiva v učebnicích fyziky, z nichž učitel při zpracování osnov vyučovacího předmětu vychází.

## **FYZIKA**

### **Vzdělávací obsah**

#### **FYZIKÁLNÍ VELIČINY A JEJICH MĚŘENÍ**

##### **Očekávané výstupy**

**Žák**

- *měří vybrané fyzikální veličiny vhodnými metodami, zpracuje a vyhodnotí výsledky měření*
- *rozliší skalární veličiny od vektorových a využívá je při řešení fyzikálních problémů a úloh*

##### **Učivo**

- **soustava fyzikálních veličin a jednotek** – Mezinárodní soustava jednotek (SI)
- **absolutní a relativní odchylka měření**

## POHYB TĚLES A JEJICH VZÁJEMNÉ PŮSOBENÍ

### Očekávané výstupy

Žák

- *užívá základní kinematické vztahy při řešení problémů a úloh o pohybech rovnoměrných a rovnoměrně zrychlených/zpomalených*
- *určí v konkrétních situacích síly a jejich momenty působící na těleso a určí výslednici sil*
- *využívá (Newtonovy) pohybové zákony pro předvídání pohybu těles*
- *využívá zákony zachování některých důležitých fyzikálních veličin při řešení problémů a úloh*
- *objasní procesy vzniku, šíření, odrazu a interference mechanického vlnění*

### Učivo

- **kinematika pohybu** – vztažná soustava; poloha a změna polohy tělesa, jeho rychlost a zrychlení
- **dynamika pohybu** – hmotnost a síla; první, druhý a třetí pohybový zákon; inerciální soustava; hybnost tělesa; tlaková síla, tlak; třecí síla; síla pružnosti; gravitační a tíhová síla; gravitační pole; moment síly; práce, výkon; souvislost změny mechanické energie s prací; zákony zachování hmotnosti, hybnosti a energie
- **mechanické kmitání a vlnění** – kmitání mechanického oscilátoru, jeho perioda a frekvence; postupné vlnění, stojaté vlnění; vlnová délka a rychlost vlnění; zvuk, jeho hlasitost a intenzita

## STAVBA A VLASTNOSTI LÁTEK

### Očekávané výstupy

Žák

- *objasní souvislost mezi vlastnostmi látek různých skupenství a jejich vnitřní strukturou*
- *aplikuje s porozuměním termodynamické zákony při řešení konkrétních fyzikálních úloh*
- *využívá stavovou rovnici ideálního plynu stálé hmotnosti při předvídání stavových změn plynu*
- *analyzuje vznik a průběh procesu pružné deformace pevných těles*
- *porovná zákonitosti teplotní roztažnosti pevných těles a kapalin a využívá je k řešení praktických problémů*

### Učivo

- **kinetická teorie látek** – charakter pohybu a vzájemných interakcí částic v látkách různých skupenství
- **termodynamika** – termodynamická teplota; vnitřní energie a její změna, teplo; první a druhý termodynamický zákon; měrná tepelná kapacita; různé způsoby přenosu vnitřní energie v rozličných systémech
- **vlastnosti látek** – normálové napětí, Hookův zákon; povrchové napětí kapaliny, kapilární jevy; součinitel teplotní roztažnosti pevných látek a kapalin; skupenské a měrné skupenské teplo

## ELEKTROMAGNETICKÉ JEVY, SVĚTLO

### Očekávané výstupy

#### Žák

- porovná účinky elektrického pole na vodič a izolant
- využívá Ohmův zákon při řešení praktických problémů

- proudy; generátor střídavého proudu; elektromotor; transformátor

- **elektromagnetické záření** – elektromagnetická vlna, spektrum elektromagnetického záření aplikuje poznatky o mechanismech vedení elektrického proudu v kovech, polovodičích, kapalinách a plynech při analýze chování součástek vyrobených z těchto látek v elektrických obvodech
- využívá zákon elektromagnetické indukce k řešení problémů a objasnění funkce význačných elektrických zařízení
- porovná šíření různých druhů elektromagnetického vlnění v rozličných prostředích
- využívá zákony šíření světla v prostředí k určování vlastností zobrazení předmětů jednoduchými optickými systémy

#### Učivo

- **elektrický náboj a elektrické pole** – elektrický náboj a jeho zachování; intenzita elektrického pole, elektrické napětí; kondenzátor
- **elektrický proud v látkách** – proud jako veličina; Ohmův zákon pro část obvodu i uzavřený obvod;
- **elektrický odpor, elektrická energie a výkon stejnosměrného proudu; polovodičová dioda**
- **magnetické pole** – pole magnetů a vodičů s proudem, magnetická indukce; indukované napětí
- **střídavý proud** – harmonické střídavé napětí a proud, jejich frekvence; výkon střídavého záření
- **vlnové vlastnosti světla** – šíření a rychlost světla v různých prostředích; zákony odrazu a lomu světla, index lomu; optické spektrum; interference světla
- **optické zobrazování** – zobrazení odrazem na rovinném a kulovém zrcadle; zobrazení lomem na tenkých čočkách; zorný úhel; oko jako optický systém; lupa

## MIKROSVĚT

### Očekávané výstupy

#### Žák

- využívá poznatky o kvantování energie záření a mikročástic k řešení fyzikálních problémů
- posoudí jadernou přeměnu z hlediska vstupních a výstupních částic i energetické bilance
- využívá zákon radioaktivní přeměny k předvídání chování radioaktivních látek
- navrhne možné způsoby ochrany člověka před nebezpečnými druhy záření

#### Učivo

- **kvanta a vlny** – foton a jeho energie; korpuskulárně vlnová povaha záření a mikročástic
- **atomy** – kvantování energie elektronů v atomu; spontánní a stimulovaná emise, laser; jaderná energie; syntéza a štěpení jader atomů; řetězová reakce, jaderný reaktor

Podrobněji se problematikou fyzikálního vzdělávání na střední škole zabývá publikace [6], která slouží učitelům středních škol při vytváření Školních vzdělávacích programů. Zde je také zpracován návrh tří variant učebních plánů pro vyšší stupeň gymnázia: O – *optimální* (učební plán 2 + 2 + 3 + 2), P – *přiměřená* (2 + 2 + 2 + 2) a S – *skromná* (2 + 2 + 2 + 0).

Pro výuku fyziky na gymnáziu jsou v současnosti k dispozici 2 ucelené soubory učebnic nakladatelství Prometheus. Soubor učebnic Fyzika pro gymnázia tvoří 8 učebnic pro jednotlivá témata přírodovědně zaměřené výuky (Mechanika, Molekulová fyzika a termika, Mechanické kmitání a vlnění, Elektřina a magnetismus, Optika, Fyzika mikrosvětla, Astrofyzika). Druhým souborem je dvoudílná učebnice Fyzika pro střední školy I a II, kterou lze využívat i ve výuce na středních odborných školách.

### 3.3 Fyzika v Rámcových vzdělávacích programech pro střední odborné vzdělávání

Podobně jako RVP pro gymnázia jsou zpracovány i RVP pro odborné školy. Fyzikální vzdělávání je součástí vzdělávací oblasti Přírodovědné vzdělávání, která zahrnuje také chemické vzdělávání a biologické a ekologické vzdělávání. Fyzikální vzdělávání je vypracováno ve třech variantách: Varianta A je určena pro obory s vysokými, varianta B se středními a varianta C s nižšími nároky na fyzikální vzdělávání [7]. Škola si zvolí variantu fyzikálního a chemického vzdělávání minimálně na úrovni uvedené v poznámkách k rámcovému rozvržení obsahu vzdělávání (může si tedy zvolit i variantu s vyššími nároky na příslušné vzdělávání).

Výuka přírodních věd přispívá k hlubšímu a komplexnímu pochopení přírodních jevů a zákonů, k formování žádoucích vztahů k přírodnímu prostředí a umožňuje žákům proniknout do dějů, které probíhají v živé i neživé přírodě. Přírodovědné vzdělávání nemůže být nahrazeno pouhou znalostí vybraných faktů, pojmů a procesů. Cílem přírodovědného vzdělávání je především naučit žáky využívat přírodovědných poznatků v profesním i občanském životě, klást si otázky o okolním světě a vyhledávat k nim relevantní, na důkazech založené odpovědi.

#### Varianta A

Výsledky vzdělávání	Učivo
<p><b>Žák:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>– rozliší pohyby podle trajektorie a změny rychlosti;</li> <li>– řeší úlohy o pohybech s využitím vztahů mezi kinematickými veličinami;</li> <li>– použije Newtonovy pohybové zákony v jednoduchých úlohách o pohybech;</li> <li>– určí síly, které v přírodě a v technických zařízeních působí na tělesa;</li> <li>– popíše základní druhy pohybu v gravitačním poli;</li> <li>– vypočítá mechanickou práci a energii při pohybu tělesa působením stálé síly;</li> <li>– určí výkon a účinnost při konání práce;</li> <li>– analyzuje jednoduché děje využitím zákona zachování mechanické energie;</li> <li>– určí výslednici sil působících na těleso a jejich</li> </ul>	<p><b>1 MECHANIKA</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>– pohyby přímočaré, pohyb rovnoměrný po kružnici, skládání pohybů;</li> <li>– vztažná soustava, Newtonovy pohybové zákony, síly v přírodě;</li> <li>– mechanická práce a energie;</li> <li>– gravitační pole, Newtonův gravitační zákon, gravitační a tíhová síla, pohyby v gravitačním poli, sluneční soustava;</li> <li>– mechanika tuhého tělesa;</li> <li>– mechanika tekutin.</li> </ul>

<p>momenty;</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>– určí těžiště tělesa jednoduchého tvaru;</li> <li>– aplikuje Pascalův a Archimédův zákon při řešení úloh na tlakové síly v tekutinách;</li> <li>– vysvětlí změny tlaku v proudící tekutině.</li> </ul>	
<ul style="list-style-type: none"> <li>– uvede příklady potvrzující kinetickou teorii látek;</li> <li>– změří teplotu v Celsiově teplotní stupnici a vyjádří ji jako termodynamickou teplotu;</li> <li>– vysvětlí význam teplotní roztažnosti látek v přírodě a v technické praxi a řeší úlohy na teplotní délkovou roztažnost těles;</li> <li>– popíše vlastnosti látek z hlediska jejich částicové stavby;</li> <li>– vysvětlí pojem vnitřní energie soustavy (tělesa) a způsoby její změny;</li> <li>– řeší jednoduché případy tepelné výměny pomocí kalorimetrické rovnice;</li> <li>– řeší úlohy na děje v plynech s použitím stavové rovnice pro ideální plyn;</li> <li>– vysvětlí mechanické vlastnosti těles z hlediska struktury pevných látek;</li> <li>– popíše příklady deformací pevných těles jednoduchého tvaru a řeší úlohy na Hookův zákon;</li> <li>– popíše přeměny skupenství látek a jejich význam v přírodě a v technické praxi</li> </ul>	<p><b>2 MOLEKULOVÁ FYZIKA A TERMIKA</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>– základní poznatky termiky;</li> <li>– teplo a práce, vnitřní energie tělesa, tepelná kapacita, měření tepla;</li> <li>– částicová stavba látek, vlastnosti látek z hlediska molekulové fyziky;</li> <li>– stavové změny ideálního plynu, práce plynu, tepelné motory;</li> <li>– struktura pevných látek, deformace pevných těles, kapilární jevy;</li> <li>– přeměny skupenství látek, skupenské teplo, vlhkost vzduchu.</li> </ul>
<ul style="list-style-type: none"> <li>– popíše vlastní kmitání mechanického oscilátoru a určí příčinu kmitání;</li> <li>– popíše nucené kmitání mechanického oscilátoru a určí podmínky rezonance;</li> <li>– rozliší základní druhy mechanického vlnění a popíše jejich šíření v látkovém prostředí;</li> <li>– charakterizuje základní vlastnosti zvukového vlnění a zná jejich význam pro vnímání zvuku;</li> <li>– chápe negativní vliv hluku a zná způsoby ochrany sluchu.</li> </ul>	<p><b>3 MECHANICKÉ KMITÁNÍ A VLNĚNÍ</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>– mechanické kmitání;</li> <li>– druhy mechanického vlnění, šíření vlnění v prostoru, odraz vlnění;</li> <li>– vlastnosti zvukového vlnění, šíření zvuku v látkovém prostředí, ultrazvuk.</li> </ul>
<ul style="list-style-type: none"> <li>– určí elektrickou sílu v poli bodového elektrického náboje;</li> <li>– popíše elektrické pole z hlediska jeho působení na bodový elektrický náboj;</li> <li>– vysvětlí princip a funkci kondenzátoru;</li> <li>– popíše vznik elektrického proudu v látkách;</li> <li>– řeší úlohy s elektrickými obvody s použitím Ohmova zákona;</li> <li>– vytvoří podle schématu elektrický obvod a změří elektrické napětí a proud;</li> <li>– řeší úlohy s použitím vztahu <math>R = \rho l/S</math>;</li> <li>– řeší úlohy na práci a výkon elektrického proudu;</li> <li>– vysvětlí elektrickou vodivost polovodičů, kapalin a plynů;</li> <li>– popíše princip a použití polovodičových součástek s přechodem PN;</li> </ul>	<p><b>4 ELEKTRINA A MAGNETISMUS</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>– elektrický náboj tělesa, elektrická síla, elektrické pole, tělesa v elektrickém poli, kapacita vodiče;</li> <li>– elektrický proud v kovech, zákony elektrického proudu, elektrické obvody, elektrický proud v polovodičích, kapalinách a plynech;</li> <li>– magnetické pole, magnetické pole elektrického proudu, magnetická síla, magnetické vlastnosti látek, elektromagnetická indukce, indukčnost;</li> <li>– vznik střídavého proudu, obvody střídavého proudu, střídavý proud v energetice, trojfázová soustava střídavého proudu, transformátor</li> <li>– elektromagnetické kmitání, elektromagnetický oscilátor, vlastní a nucené elektromagnetické kmitání, rezonance;</li> <li>– vznik a vlastnosti elektromagnetického vlnění,</li> </ul>

<ul style="list-style-type: none"> <li>– vysvětlí princip chemických zdrojů napětí;</li> <li>– zná typy výbojů v plynech a jejich využití;</li> <li>– určí magnetickou sílu v magnetickém poli vodiče s proudem a popíše magnetické pole indukčními čarami;</li> <li>– vysvětlí jev elektromagnetické indukce a jeho význam v technice;</li> <li>– popíše princip generování střídavých proudů a jejich využití v energetice;</li> <li>– charakterizuje základní vlastnosti obvodů střídavého proudu;</li> <li>– vysvětlí princip transformátoru a usměrňovače střídavého proudu;</li> <li>– vysvětlí vznik elektromagnetického kmitání v oscilačním obvodu;</li> <li>– popíše využití elektromagnetického vlnění ve sdělovacích soustavách.</li> </ul>	<p>přenos informací elektromagnetickým vlněním.</p>
<ul style="list-style-type: none"> <li>– charakterizuje světlo jeho vlnovou délkou a rychlostí v různých prostředích;</li> <li>– řeší úlohy na odraz a lom světla;</li> <li>– vysvětlí podstatu jevů interference, ohyb a polarizaci světla;</li> <li>– popíše význam druhů elektromagnetického záření z hlediska působení člověka a využití v praxi;</li> <li>– řeší úlohy na zobrazení zrcadly a čočkami;</li> <li>– popíše oko jako optický přístroj;</li> <li>– vysvětlí principy základních optických přístrojů.</li> </ul>	<p><b>5 OPTIKA</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>– světlo a jeho šíření</li> <li>– elektromagnetické záření, spektrum elektromagnetického záření, rentgenové záření, vlnové vlastnosti světla;</li> <li>– zobrazování zrcadlem a čočkou.</li> </ul>
<ul style="list-style-type: none"> <li>– popíše důsledky plynoucí z principů speciální teorie relativity pro chápání prostoru a času;</li> <li>– uvede souvislost energie a hmotnosti objektů pohybujících se velkou rychlostí.</li> </ul>	<p><b>6 SPECIÁLNÍ TEORIE RELATIVITY</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>– princip speciální teorie relativity;</li> <li>– základy relativistické dynamiky.</li> </ul>
<ul style="list-style-type: none"> <li>– chápe základní myšlenku kvantové fyziky, tzn. vlnové a částicové vlastnosti objektů mikrosvěta;</li> <li>– charakterizuje základní modely atomu;</li> <li>– popíše strukturu stavbu elektronového obalu atomu z hlediska energie elektronu;</li> <li>– popíše stavbu atomového jádra a charakterizuje základní nukleony;</li> <li>– vysvětlí podstatu radioaktivity a jaderného záření a popíše způsoby ochrany před tímto zářením;</li> <li>– popíše štěpnou reakci jader uranu a její praktické využití v energetice;</li> <li>– posoudí výhody a nevýhody způsobů, jimiž se získává elektrická energie.</li> </ul>	<p><b>7 FYZIKA MIKROSVĚTA</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>– základní pojmy kvantové fyziky;</li> <li>– model atomu, spektrum atomu vodíku, laser;</li> <li>– nukleony, radioaktivita, jaderné záření, elementární a základní částice;</li> <li>– zdroje jaderné energie, jaderný reaktor, bezpečnostní a ekologická hlediska jaderné energetiky.</li> </ul>
<ul style="list-style-type: none"> <li>– charakterizuje Slunce jako hvězdu a popíše sluneční soustavu;</li> <li>– popíše vývoj hvězd a jejich uspořádání do galaxií;</li> <li>– interpretuje současné názory na vznik a vývoj vesmíru;</li> <li>– vysvětlí nejdůležitější způsoby, jimiž astrofyzika zkoumá vesmír.</li> </ul>	<p><b>8 ASTROFYZIKA</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>– Slunce a hvězdy;</li> <li>– Galaxie a vývoj vesmíru</li> <li>– výzkum vesmíru.</li> </ul>



## Varianta B

Výsledky vzdělávání	Učivo
<p><b>Žák</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>– rozliší druhy pohybů a řeší jednoduché úlohy na pohyb hmotného bodu;</li> <li>– určí síly, které působí na tělesa a popíše, jaký druh pohybu tyto síly vyvolají;</li> <li>– určí mechanickou práci, výkon a energii při pohybu tělesa působením stálé síly;</li> <li>– vysvětlí na příkladech platnost zákona zachování mechanické energie;</li> <li>– určí výslednici sil působících na těleso a jejich momenty;</li> <li>– určí těžiště tělesa jednoduchého tvaru;</li> <li>– aplikuje Pascalův a Archimédův zákon při řešení úloh.</li> </ul>	<p><b>1 MECHANIKA</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>– pohyby přímočaré, pohyb rovnoměrný po kružnici, skládání pohybů;</li> <li>– Newtonovy pohybové zákony, síly v přírodě, gravitační pole, vrhy;</li> <li>– mechanická práce a energie;</li> <li>– mechanika tuhého tělesa;</li> <li>– tlakové síly a tlak v tekutinách, proudění tekutin.</li> </ul>
<ul style="list-style-type: none"> <li>– změří teplotu v Celsiově teplotní stupnici a vyjádří ji jako termodynamickou teplotu;</li> <li>– vysvětlí význam teplotní roztažnosti látek v přírodě a v technické praxi;</li> <li>– vysvětlí pojem vnitřní energie soustavy (tělesa) a způsoby její změny;</li> <li>– řeší jednoduché případy tepelné výměny;</li> <li>– popíše principy nejdůležitějších tepelných motorů;</li> <li>– popíše přeměny skupenství látek a jejich význam v přírodě a v technické praxi.</li> </ul>	<p><b>2 MOLEKULOVÁ FYZIKA A TERMIKA</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>– základní poznatky termiky;</li> <li>– teplo a práce, přeměny vnitřní energie tělesa, tepelná kapacita měření tepla;</li> <li>– tepelné děje v ideálním plynu, první termodynamický zákon, práce plynu, účinnost;</li> <li>– struktura pevných látek a kapalin, přeměny skupenství látek.</li> </ul>
<ul style="list-style-type: none"> <li>– popíše elektrické pole z hlediska jeho působení na bodový elektrický náboj;</li> <li>– vysvětlí princip a funkci kondenzátoru;</li> <li>– řeší úlohy s elektrickými obvody s použitím Ohmova zákona;</li> <li>– zapojí elektrický obvod podle schématu a změří napětí a proud;</li> <li>– popíše princip a praktické použití polovodičových součástek;</li> <li>– určí magnetickou sílu v magnetickém poli vodiče s proudem;</li> <li>– vysvětlí podstatu elektromagnetické indukce a její praktický význam;</li> <li>– popíše princip generování střídavých proudů a jejich využití v energetice.</li> </ul>	<p><b>3 ELEKTŘINA A MAGNETISMUS</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>– elektrický náboj tělesa, elektrická síla, elektrické pole, kapacita vodiče;</li> <li>– elektrický proud v látkách, zákony elektrického proudu, elektrické obvody, vodivost polovodičů, přechod PN;</li> <li>– magnetické pole, magnetické pole elektrického proudu, elektromagnet, elektromagnetická indukce, indukčnost;</li> <li>– vznik střídavého proudu, přenos elektrické energie střídavým proudem.</li> </ul>
<ul style="list-style-type: none"> <li>– rozliší základní druhy mechanického vlnění a popíše jejich šíření;</li> <li>– charakterizuje základní vlastnosti zvukového vlnění;</li> <li>– chápe negativní vliv hluku a zná způsoby ochrany sluchu;</li> <li>– charakterizuje světlo jeho vlnovou délkou a rychlostí v různých prostředích;</li> <li>– řeší úlohy na odraz a lom světla;</li> </ul>	<p><b>4 VLNĚNÍ A OPTIKA</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>– mechanické kmitání a vlnění;</li> <li>– zvukové vlnění;</li> <li>– světlo a jeho šíření;</li> <li>– zobrazování zrcadlem a čočkou;</li> <li>– spektrum elektromagnetického záření, rentgenové záření, vlnové vlastnosti světla.</li> </ul>

<ul style="list-style-type: none"> <li>– řeší úlohy na zobrazení zrcadly a čočkami;</li> <li>– vysvětlí principy základních typů optických přístrojů;</li> <li>– popíše význam různých druhů elektromagnetického záření z hlediska působení na člověka a využití v praxi.</li> </ul>	
<ul style="list-style-type: none"> <li>– popíše strukturu elektronového obalu atomu z hlediska energie elektronu;</li> <li>– popíše stavbu atomového jádra a charakterizuje základní nukleony;</li> <li>– vysvětlí podstatu radioaktivity a popíše způsoby ochrany před jaderným zářením;</li> <li>– popíše štěpnou reakci jader uranu a její praktické využití v energetice;</li> <li>– posoudí výhody a nevýhody způsobů, jimiž se získává elektrická energie.</li> </ul>	<b>5 FYZIKA ATOMU</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>– model atomu, spektrum atomu vodíku, laser;</li> <li>– nukleony, radioaktivita, jaderné záření, jaderná energie a její využití, biologické účinky záření.</li> </ul>
<ul style="list-style-type: none"> <li>– charakterizuje Slunce jako hvězdu;</li> <li>– popíše objekty ve sluneční soustavě;</li> <li>– uvede příklady základních typů hvězd;</li> <li>– chápe současné názory na vznik a vývoj vesmíru.</li> </ul>	<b>6 VESMÍR</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>– sluneční soustava;</li> <li>– hvězdy a galaxie.</li> </ul>

### Varianta C

Výsledky vzdělávání	Učivo
<b>Žák:</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>– rozliší druhy pohybů a řeší jednoduché úlohy na pohyb hmotného bodu;</li> <li>– určí síly, které působí na tělesa a popíše, jaký druh pohybu tyto síly vyvolají;</li> <li>– určí mechanickou práci a energii při pohybu tělesa působením stálé síly;</li> <li>– vysvětlí na příkladech platnost zákona zachování mechanické energie;</li> <li>– určí výslednici sil působících na těleso;</li> <li>– aplikuje Pascalův a Archimédův zákon při řešení úloh.</li> </ul>	<b>1 MECHANIKA</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>– pohyby přímočaré, pohyb rovnoměrný po kružnici;</li> <li>– Newtonovy pohybové zákony, síly v přírodě, gravitace;</li> <li>– mechanická práce a energie;</li> <li>– posuvný a otáčivý pohyb, skládání sil;</li> <li>– tlakové síly a tlak v tekutinách.</li> </ul>
<ul style="list-style-type: none"> <li>– vysvětlí význam teplotní roztažnosti látek v přírodě a v technické praxi;</li> <li>– vysvětlí pojem vnitřní energie soustavy (tělesa) a způsoby její změny;</li> <li>– popíše principy nejdůležitějších tepelných motorů;</li> <li>– popíše přeměny skupenství látek a jejich význam v přírodě a v technické praxi.</li> </ul>	<b>2 TERMIKA</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>– teplota, teplotní roztažnost látek;</li> <li>– teplo a práce, přeměny vnitřní energie tělesa;</li> <li>– tepelné motory;</li> <li>– struktura pevných látek a kapalin, přeměny skupenství.</li> </ul>
<ul style="list-style-type: none"> <li>– popíše elektrické pole z hlediska jeho působení na bodový elektrický náboj;</li> <li>– řeší úlohy s elektrickými obvody s použitím Ohmova zákona;</li> <li>– popíše princip a použití polovodičových součástek s přechodem PN;</li> <li>– určí magnetickou sílu v magnetickém poli</li> </ul>	<b>3 ELEKTŘINA A MAGNETISMUS</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>– elektrický náboj tělesa, elektrická síla, elektrické pole, kapacita vodiče;</li> <li>– elektrický proud v látkách, zákony elektrického proudu, polovodiče;</li> <li>– magnetické pole, magnetické pole elektrického proudu, elektromagnetická indukce;</li> </ul>

vodiče s proudem; – <i>popíše</i> princip generování střídavých proudů a jejich využití v energetice.	– vznik střídavého proudu, přenos elektrické energie střídavým proudem.
– <i>rozliší</i> základní druhy mechanického vlnění a popíše jejich šíření; – <i>charakterizuje</i> základní vlastnosti zvuku; – chápe negativní vliv hluku a zná způsoby ochrany sluchu; – <i>charakterizuje</i> světlo jeho vlnovou délkou a rychlostí v různých prostředích; – <i>řeší</i> úlohy na odraz a lom světla; – <i>řeší</i> úlohy na zobrazení zrcadly a čočkami; – <i>vysvětlí</i> optickou funkci oka a korekci jeho vad; – <i>popíše</i> význam různých druhů elektromagnetického záření.	<b>4 VLNĚNÍ A OPTIKA</b> – mechanické kmitání a vlnění; – zvukové vlnění; – světlo a jeho šíření; – zrcadla a čočky, oko; – druhy elektromagnetického záření, rentgenové záření.
– <i>popíše</i> strukturu elektronového obalu atomu z hlediska energie elektronu; – <i>popíše</i> stavbu atomového jádra a charakterizuje základní nukleony; – <i>vysvětlí</i> podstatu radioaktivity a popíše způsoby ochrany před jaderným zářením; – <i>popíše</i> princip získávání energie v jaderném reaktoru.	<b>5 FYZIKA ATOMU</b> – model atomu, laser; – nukleony, radioaktivita, jaderné záření; – jaderná energie a její využití.
– <i>charakterizuje</i> Slunce jako hvězdu; – <i>popíše</i> objekty ve sluneční soustavě; – <i>uvede</i> příklady základních typů hvězd.	<b>6 VESMÍR</b> – Slunce, planety a jejich pohyb, komety; – hvězdy a galaxie.

### Literatura ke kapitole 3

- [1] Úplné znění zákona č. 561 ze dne 24. září 2004 o předškolním, základním, středním, vyšším odborném a jiném vzdělávání (školský zákon). In *Sbírka zákonů České republiky*. 2008, částka 103, s. 4826- 4904. Dostupné na:  
<<http://www.msmt.cz/dokumenty/uplne-zneni-zakona-c-561-2004-sb>>
- [2] Rámcový vzdělávací program pro gymnázia. Výzkumný ústav pedagogický, Praha 2007, ISBN 978-80-87000-11-3. Dostupné na:  
< [http://www.vuppraha.cz/wp-content/uploads/2009/12/RVPG-2007-07\\_final.pdf](http://www.vuppraha.cz/wp-content/uploads/2009/12/RVPG-2007-07_final.pdf)
- [3] Chytilová, M.: Příspěvek k novému pojetí obsahu a metod vyučování fyzice na základní škole, SPN, Praha 1972.
- [4] *Rámcový vzdělávací program pro základní vzdělávání*. [online]. Praha: Výzkumný ústav pedagogický v Praze, 2007. 126 s. Dostupné na:  
<[http://www.vuppraha.cz/wp-content/uploads/2009/12/RVPZV\\_2007-07.pdf](http://www.vuppraha.cz/wp-content/uploads/2009/12/RVPZV_2007-07.pdf)>.
- [5] Kolářová, R. a kol.: Příručka pro učitele fyziky na základní škole a náměty pro tvorbu ŠVP, Prometheus, Praha 2006.
- [6] Lepil, O. – Svoboda, E.: Příručka pro učitele fyziky na střední škole, Prometheus, Praha 2007.
- [7] Rámcový vzdělávací program pro obor vzdělání 23-41-M/01 Strojírenství. NÚOV, Praha 2007. Dostupné na <[http://zpd.nuov.cz/Obory\\_kategorie\\_L\\_a\\_M.htm](http://zpd.nuov.cz/Obory_kategorie_L_a_M.htm)>

## 4. OBSAH FYZIKÁLNÍHO VZDĚLÁNÍ

---

### Cíle

*Po prostudování této kapitoly dokážete:*

- vymezit pojmovou strukturu didaktického systému učiva fyziky
- zvolit vhodný postup při vytváření jednotlivých fyzikálních pojmů
- správně provádět zápis fyzikálních veličin a jejich jednotek
- určit význam vztahů mezi fyzikálními veličinami a jejich postavení ve fyzikálních teoriích

### Učební text

Obsahem fyzikálního vzdělání jsou vybrané poznatky o fyzikálních dějích, přetvořené do podoby vhodné pro sdělování v procesu vyučování a učení a uspořádané do didaktického systému. Didaktický systém fyziky se skládá z prvků různého druhu, které tvoří obsah učiva. Jejich vzájemné vztahy a uspořádání určují vnitřní strukturu didaktického systému.

Základem didaktického systému je vědní systém fyziky, s nímž však není totožný, poněvadž je ovlivněn také jinými vědami (matematikou, technickými vědami, společenskými vědami a ostatními přírodními vědami), které působí na výběr poznatků i jejich uspořádání. Kromě toho didaktický systém musí odpovídat procesuální stránce výuky, zákonitostem procesu osvojování učiva žákem. To např. znamená, že výběr fyzikálních poznatků a jejich transformaci do podoby učiva ovlivňuje nejen význam určitého poznatku z hlediska fyziky a společenských cílů školy, ale i jeho kvalita z hlediska přiměřenosti či dostupnosti vzhledem k poznávacím schopnostem žáka.

V této kapitole se budeme zabývat charakteristikou jednotlivých základních prvků didaktického systému jak ve vztahu k procesu poznávání, tak ve vztahu k procesu výuky.

#### 4.1 Pojmy školské fyziky

Didaktický systém fyziky obsahuje velké množství pojmů různého druhu a různého stupně abstrakce. Jejich rozmanitost plyne především z fyzikální reality, která je předmětem poznání. Kvalitu jednotlivých pojmů, jejich místo a funkci v didaktickém systému však určuje proces poznání. Jeho základem jsou fyzikální, popř. technické objekty a vzájemné interakce mezi nimi, čili fyzikální děje. V procesu poznání odhalujeme jejich podstatné vlastnosti metodami analýzy, syntézy, srovnávání, třídění, abstrakce, pozorování, experimentu, měření, indukce, dedukce a modelování.

Získané poznatky o fyzikálních objektech a dějích dále zobecňujeme a vytváříme jejich obraz pomocí kvalitativních i kvantitativních pojmů. Zobecněný obsah pojmů se pak vztahuje na všechny objekty a děje dané třídy. Racionálními operacemi s pojmy vznikají pojmové struktury v podobě vztahů mezi fyzikálními veličinami, které jsou nejvýznamnější skupinou fyzikálních pojmů.

Fyzikální veličiny umožňují získat přesnější představu o zkoumané realitě, vytvořit její fyzikální model. Jeho základem však nejsou jen jednotlivé veličiny, ale hlavně vztahy mezi nimi, funkční závislosti mezi fyzikálními veličinami. Odhalování těchto funkčních závislostí, postupující abstrakce vede k formalizaci fyzikálního modelu a k vytvoření matematického modelu reality.

Vztahy mezi fyzikálními veličinami, které vystihují podstatné znaky fyzikálních dějů, zejména jejich příčinné souvislosti, představují další skupinu fyzikálních pojmů, jimiž jsou fyzikální zákony, principy a pravidla. Nejvyšší stupeň zobecnění pak představují ucelené pojmové struktury, které zahrnují obecné zákonitosti celých oblastí fyzikálních dějů a mají podobu fyzikálních teorií. Nejobecnější fyzikální teorie pak ústí v integrující pojmy, jejichž obsahem je syntéza určité etapy poznání, která má podobu fyzikálního obrazu světa.

Z tohoto hlediska můžeme provést třídění pojmů v didaktickém systému fyziky:

1. Konkrétní fyzikální pojmy označující
  - 1.1. Reálné fyzikální a technické objekty
  - 1.2. Reálné fyzikální děje
  - 1.3. Vlastnosti a stavy fyzikálních objektů a dějů
2. Fyzikální veličiny
  - 2.1. Obecné fyzikální veličiny
  - 2.2. Fyzikální konstanty
  - 2.3. Jednotky fyzikálních veličin
3. Vztahy mezi fyzikálními veličinami
  - 3.1. Definice fyzikálních veličin (vztahy formální)
  - 3.2. Fyzikální pravidla
  - 3.3. Fyzikální zákony a principy
  - 3.4. Charakteristiky fyzikálních objektů a dějů
4. Fyzikální teorie
  - 4.1. Konkrétní fyzikální teorie
  - 4.2. Ideální modely fyzikálních objektů a dějů
  - 4.3. Obecné (třídící pojmy fyziky)
  - 4.4. Integrující pojmy fyziky

## **4.2 Konkrétní fyzikální pojmy**

Konkrétní fyzikální pojmy mají svůj základ ve smyslovém poznání, v interakci člověka s realitou. Při jejich vytváření vycházíme ze zkušenosti ať už v podobě životní praxe nebo v podobě školního experimentu. Ve výuce je fyzikální objekt nebo děj předveden žákům a je slovně popsán pomocí slov, jejichž obsah žáci znají z hovorové řeči. Některým slovům však postupně připisujeme specifický obsah, takže se stávají fyzikálními termíny pro označení celých tříd konkrétních fyzikálních pojmů (např. jednoduché stroje, oscilátor, tání a tuhnutí apod.).

Jako fyzikální pojem pak označujeme slovo nebo skupinu slov s přesně určeným obsahem, které odráží obecné a přitom podstatné vlastnosti fyzikálního objektu nebo děje. Je to vlastně

abstraktní, myšlenkový model skutečnosti, který v sobě zahrnuje soubor poznatků a vztahů týkajících se daného objektu nebo děje.

Mezi reálné fyzikální a technické objekty zahrnujeme především pojmy pro reálné objekty fyzikálního studia, které považujeme za přímé zdroje informací o realitě (těleso, kyvadlo, stroj apod.). Další pojmy označují prostředky fyzikálního zkoumání reality, čili prostředky pro přenos informací (měřicí přístroje) a produkty pozorování, které chápeme jako nosiče zprostředkované informace (spektrum, pilinový obrazec, mlžná stopa částice).

Reálné fyzikální děje jsou výsledkem vzájemného působení objektů (pohyb, šíření světla) a některé z nich označujeme jako fyzikální jevy (termoelektrický, fotoelektrický apod.).

Proces vytváření konkrétních fyzikálních pojmů spočívá v odhalování podstatných vlastností a znaků fyzikálních objektů a dějů. Přitom vycházíme z reality nebo z jejího znázornění např. modelem nebo schématem. Analýzou vymezujeme specifické, společné a konečně podstatné znaky objektu či děje. Syntézou těchto podstatných znaků vytvoříme zjednodušenou (modelovou) představu, která je základem zobecnění v podobě pojmu.

Cílem pojmotvorného procesu je tedy slovo, jehož význam je spjat se smyslově vnímatelným materiálním znakem objektu nebo děje. Sdělení obsažené ve slově odráží tedy zkušenost, která však nemůže být jen individuální, ale musí představovat společensky uznanou třídu významů. Hlavním úkolem vyučování je vyjasňovat pojmy, vytvářet je tak, aby měly konkrétní obsah. Pojem nelze vytvořit jen jeho slovním sdělením, tím, že by žák přijal nebo zapamatoval si jen zvukovou podobu slova. Slovo se stává pojmem teprve v procesu výuky, v němž se vhodnými postupy a činnostmi učitele i žáka buduje příslušný myšlenkový obsah, k němuž se váže slovo jako jeho označení.

Obsah pojmu je obvykle vymezován definicí, která může mít různou podobu. Nejčastěji sestavujeme definici tak, že udáváme pojem nejbližší vyšší a druhový rozdíl, čili vymezíme *podstatné znaky druhu*, tzn. jeho funkci, stavbu, průběh fyzikálního děje apod. Příklady:

- *Elektromotor je elektrický stroj, v němž se energie elektrická mění na mechanickou energii otáčivého pohybu.*
- *Teploměr (dilatační) je měřicí přístroj pro měření teploty na základě roztažnosti látek.*
- *Pohyb rovnoměrný je mechanický pohyb, při němž těleso v libovolných, ale stejných časových intervalech urazí stejné dráhy.*

Obsah pojmu můžeme vymezit také např. *výčtem objektů*, které patří do rozsahu pojmu. Např. jednoduché stroje jsou páka, kladka, kolo na hřídeli ..., polovodičové součástky jsou diody, tranzistory, tyristory ... . Tato forma definice je založena na vztazích mezi vyšším pojmem (*rodem*), který chceme definovat a nižším pojmem (*druhem*), o němž předpokládáme, že jeho obsah je žákům lépe znám. Společným znakem obou pojmů je pak fyzikální funkce, struktura, konstrukce apod.

Další možnost definice pojmu představuje *popis objektu nebo děje*, kdy nevycházíme ze vzájemného vztahu mezi pojmy, ale obsah určitého pojmu vymezujeme pomocí pojmů jiných, jejichž obsah je žákům znám a pomocí těchto známých pojmů vytváříme konkrétní představu o definovaném objektu nebo ději. Např. pojem transformátor můžeme vymezit větou: Transformátor je tvořen železným jádrem, na němž je nasazena primární a sekundární cívka. Výroky tohoto druhu často užíváme jako závěry dílčí etapy vytváření pojmu a konkretizujeme jimi obsah pojmu.

Mezi konkrétní fyzikální pojmy zahrnujeme také pojmy pro znázornění fyzikálních objektů a dějů, které vytváříme rovněž v procesu smyslově názorného vnímání reality. Tyto pojmy

kvalitativního rázu patří k základním vyjadřovacím prostředkům školské fyziky. Jejich obsah je vymezován slovy, která jsou blízká běžné mluvě. Jsou to pojmy pro popis fyzikálních objektů a dějů (rovnovážná poloha, rozruch, působíště, tvar, struktura apod.), pojmy pro popis vlastností a stavů (barva, pohyb, klid, rovnovážná poloha apod.) a některé abstraktní prostředky znázornění fyzikálních objektů a dějů (siločára, přechod, pól, doména apod.).

Vlastní proces vytváření konkrétních fyzikálních pojmů má charakteristické etapy:

1. **Expozice**, při níž se vytváří konkrétní představa daného objektu slovním popisem, určeným vlastností, vysvětlením funkce a je uveden jeho název.
2. **Zobecnění** (abstrakce), tj. vymezení základních znaků pojmu např. srovnáním objektů či dějů stejného druhu, při nalezení rozdílů porovnáváním s jiným druhem.
3. **Obohacování a upevňování** (konkretizace) pojmu, kterým se prohlubuje obsah pojmu na základě teoretického objasnění struktury a funkce objektu, ilustrací praktického využití, uvedením dalších objektů a dějů stejného druhu atd.

Zobecnění a konkretizace tvoří dvě stránky jediného procesu, v němž se vytváří vědomost. Základní představy o fyzikálním objektu nebo ději jsou totiž zpravidla vytvářeny pomocí jednoduchých, výrazných příkladů, zbavených nepodstatných znaků a složitějších souvislostí. To žákům usnadňuje pochopit podstatu věci. Současně však vzniká nebezpečí, že vědomosti, které si žáci takto osvojují, budou zjednodušené, schematické a odtržené od praxe. Proto je nutná konkretizace na dalších a nových příkladech tak, aby vědomost žáka byla operativní.

### 4.3 Fyzikální veličiny

Fyzikální veličiny jsou pojmy, jimiž kvantitativně vyjadřujeme vlastnosti fyzikálních objektů a dějů. Aby určitý pojem měl ráz veličiny, musí existovat způsob, kterým jistému znaku objektu nebo děje pozorovanému v různých případech přiřazujeme určitou velikost vyjádřenou číslem. To znamená, že základním a charakteristickým rysem fyzikální veličiny je možnost stanovení její velikosti měřením nebo určitou metodou na měření založenou.

Fyzikální veličinu můžeme symbolicky modelovat pomocí **charakterizační rovnice**

$$X = \{X\}[X],$$

v níž levá strana představuje aplikaci *veličiny*  $X$  na argument  $A$  (konkrétní objekt nebo děj). Pravá strana rovnice vyjadřuje *hodnotu veličiny*, tvoří ji *číselná hodnota*  $\{X\}$  a *jednotka*  $[X]$ . Např. zrychlení volného pádu  $g = \{g\}[g] = 9,81 \text{ m} \cdot \text{s}^{-2}$ , normální tlak vzduchu  $p = \{p\}[p] = 1,013\,250 \cdot 10^5 \text{ Pa}$  (číslo 1,013 250 je mantisa hodnoty).

Z uvedeného lze soudit, že jednotkou jsou fyzikální veličiny odlišovány po stránce kvalitativní. Avšak není tomu tak vždycky. Někdy jsou stejnou jednotkou označeny fyzikální veličiny, jejichž podstata je různá (např. jednotka Pa se používá pro tlak i pro napětí v pevných látkách, formálně shodné jsou jednotky práce a momentu síly apod.).

**Značka fyzikální veličiny** je stanovena dohodou v podobě písmenového symbolu, který můžeme považovat za abstraktní, znakový model veličiny. Označujeme jím danou veličinu nejen v obecném tvaru (např. síla  $F$ ), ale i v konkrétním případě ( $F = 5 \text{ N}$ ).

Charakteristické znaky fyzikální veličiny vyjadřuje poznatek, že

1. je zaváděna v souvislosti s měřením,
2. dá se symbolicky modelovat charakterizační rovnicí,
3. existuje vztah s jinými veličinami, kterými je daná veličina definována,

4. existují pravidla pro operaci s veličinami,
5. veličiny lze uspořádat do soustavy.

Z hlediska vytváření pojmu fyzikální veličiny má zásadní význam *definice fyzikální veličiny*, která je formálně vyjádřena definičním vztahem. Tento vztah (např.  $\rho = m/V$ ,  $v = s/t$ ,  $C = Q/U$ ,  $R = U/I$ ) umožňuje definovat danou fyzikální veličinu pomocí veličin již definovaných. Současně je tímto vztahem dána možnost určit hodnotu fyzikální veličiny měřením veličin v definičním vztahu (přímá metoda měření).

Definiční vztah můžeme považovat za matematický model reality určené fyzikální veličinou. Definiční vztah však nelze chápat formálně jako pouhý vzorec pro matematické operace s veličinami obsaženými v daném vztahu. Důležitý je reálný obsah definice, fyzikální podstata děje, popř. vlastnosti, která je fyzikální veličinou popisována.

Abychom ve výuce zabránili formálnímu přístupu k pojmu fyzikální veličiny, je třeba dodržet určitý postup vytváření pojmu, který lze rozčlenit do následujících etap:

1. **Konceptualizace**, při níž se žák názorně, prostřednictvím demonstrace, pozorováním, žákovským pokusem apod. seznámí s fyzikálním dějem vedoucím k zavedení nové veličiny. V této empirické fázi vytváření pojmů se žák také setkává s názvem veličiny a spojuje ho s konkrétním dějem. Přitom se analýzou konkrétních dějů vymezují obecné znaky pojmu fyzikální veličiny a upřesňuje se třída dějů či vlastností, k níž se zavedený název vztahuje.
2. **Systematizace** (schematizace) vede k začlenění nově zavedené fyzikální veličiny do soustavy ostatních fyzikálních pojmů. To vede k odhalení souvislostí nové fyzikální veličiny s jinými fyzikálními veličinami. Určuje se zákonitost daného jevu nebo jeho typické znaky.
3. **Formalizace** představuje dovršení procesu vytváření pojmu fyzikální veličiny v podobě symbolického vyjádření veličiny matematickým vztahem. Součástí této etapy je rovněž určení jednotky fyzikální veličiny, která z definičního vztahu vyplývá.

Didaktickým problémem je *slovní definice fyzikální veličiny*, která by měla vyjadřovat nejen formální obsah pojmu, ale měla by odrážet zejména jeho reálný obsah. Např. rychlost lze definovat jako podíl délky dráhy a příslušné doby, nebo jako dráhu, kterou těleso urazí za jednotku času.

První typ definice vychází z definičního vztahu, je však dosti formální a nevede k hlubšímu pochopení fyzikálního obsahu tohoto pojmu. Naopak druhá definice umožňuje lépe pochopit fyzikální smysl veličiny, nevyhovuje však z hlediska logiky. Definuje totiž danou fyzikální veličinu veličinou jiného druhu. Přesto tento způsob vyjádření definice veličiny používáme pro jeho konkrétnost a uvedenou logickou závadu odstraňujeme slovy např. *měříme ...*, nebo *číselně se rovná* apod. Definice rychlosti pak může znít: Rychlost rovnoměrného pohybu měříme dráhou, kterou těleso urazí za jednotku času, popř. velikost rychlosti je číselně rovna dráze ... .

Ve školské fyzice používáme definice fyzikálních veličin, které jsou z didaktických důvodů zjednodušené nebo neúplné. Zjednodušení spočívá zpravidla v tom, že se definice omezuje jen na určitý jednoduchý průběh fyzikálního děje. Např. zrychlení  $a = v/t$  je definováno jen pro pohyb rovnoměrně zrychlený a pro počáteční podmínky  $t = 0$ ,  $v_0 = 0$ . Podobně práce  $W = Fs \cos \alpha$  je definována jen pro případ  $F = \text{konst.}$ ,  $\alpha = \text{konst.}$

Z uvedeného vyplývá, že při vytváření pojmu fyzikální veličiny na určité úrovni fyzikálního vzdělávání je nutné vymezit obor platnosti definice, tzn. určit podmínky, za nichž je daný definiční vztah z fyzikálního hlediska reálný.



Dále je třeba zdůraznit, že definiční vztah není apriorně daný, že nemusí mít význam fyzikálního zákona, ale že je určitou konvencí. Tato konvence je často podmíněna historickým vývojem, vhodností výpočtu nebo měření a představuje jen jednu z možností vyjádření průběhu fyzikálního děje nebo vlastnosti či stavu fyzikálního objektu.

Typickým příkladem konvence v zavedení fyzikální veličiny je např. práce  $W$ , která je mírou přeměny energie při fyzikálním ději, tlak definovaný vztahem  $p = F/S$ , magnetický indukční tok ( $\Phi = LI$ ) apod. Určitý fyzikální objekt lze zpravidla zobrazit různými způsoby, z nichž jeden je pak zvolen jako definice. Např. vlastní indukčnost  $L$  lze definovat statickou definicí na základě vztahu pro  $\Phi$

$$L = \frac{\Phi}{I},$$

dynamickou definicí plynoucí ze vztahu pro indukované elektromotorické napětí

$$u_i = -L \frac{di}{dt},$$

nebo energetickou definicí ze vztahu pro energii magnetického pole v okolí vodiče s proudem

$$W_m = \frac{LI^2}{2}.$$

Charakteristickým znakem fyzikálních veličin jsou jejich vzájemné souvislosti, které umožňují uspořádat fyzikální veličiny do systému, který je východiskem pro vytvoření soustavy jednotek fyzikálních veličin. Pro tento účel jsou fyzikální veličiny rozděleny do dvou základních kategorií:

1. **Fyzikální veličiny základní** (hmotnost, délka, čas, elektrický proud, teplota, svítivost, látkové množství)

2. **Fyzikální veličiny odvozené**, jež jsou definovány vztahy určujícími jejich souvislost s veličinami základními. Základní fyzikální veličiny buď vyjadřují určité podstatné vlastnosti objektivní reality, nebo jsou vhodným způsobem z reality odvozeny. Počet a výběr základních veličin je zvolen mezinárodní dohodou tak, aby byly řešitelné nezávislé vztahy, které určují strukturu a systém odvozených veličin.

Soustavě základních fyzikálních veličin tedy odpovídá **soustava jednotek fyzikálních veličin**. Součástí didaktického systému fyziky je Mezinárodní soustava jednotek – SI (*Système international d'unités*), zavedená mezinárodní dohodou v roce 1960. Jejich používání upravují české normy (ČSN), které jsou sladěné s normami Evropské unie (ISO). Je to hlavně norma ČSN–ISO 31-1, která vymezuje jednotky základních a odvozených fyzikálních veličin, jejich násobky a díly, a jednotky užívané spolu s jednotkami SI (dříve byly označovány jako jednotky vedlejší).

Základními jednotkami jsou jednotky: kg, m, s, A, K, cd, mol. Jednotky odvozených veličin jsou vyjadřovány na základě definičních vztahů pomocí jednotek základních, přičemž několik odvozených jednotek má podle mezinárodní dohody vlastní jednoslovný název a značku (rad, sr, Hz, N, Pa, J, W, C, V, F,  $\Omega$ , S, Wb, T, H, lm, lx, Bq, Gy, Sv).

Spolu s jednotkami SI se používají *jednotky definované vztahem k jednotce SI* (minuta – min, hodina – h, den – d, litr – l, stupeň – °, minuta – ', vteřina – ", tuna – t) a jednotky, jejichž hodnoty byly získány pokusně (elektronvolt – eV, atomová hmotnostní jednotka – u).

Zvláštním druhem fyzikálních veličin jsou **fyzikální konstanty**, které určují charakteristické a za jistých podmínek neměnné vlastnosti předmětů a jevů. Fyzikální konstanty se zpravidla určují experimentálně a jsou definovány přesně stanovenou velikostí a jednotkou (pokud konstanta není bezrozměrová veličina, např. index lomu). Některé fyzikální konstanty mají ve fyzice univerzální význam, často s nimi ve výuce operujeme a používáme je při řešení fyzikálních úloh. Těmto konstantám věnujeme při výkladu zvláštní pozornost a u některých požadujeme, aby je žáci ovládali z paměti. V těchto případech obvykle hodnotu konstant zaokrouhlujeme. Je to např. rychlost světla  $c = 3 \cdot 10^8 \text{ m} \cdot \text{s}^{-1}$ , tíhové zrychlení  $g = 9,81 \text{ m} \cdot \text{s}^{-2}$ , elementární elektrický náboj  $e = 1,6 \cdot 10^{-19} \text{ C}$ , normální tlak  $p_n = 1,013 \cdot 10^5 \text{ Pa}$ , Avogadrova konstanta  $N_A = 6,023 \cdot 10^{23} \text{ mol}^{-1}$  aj.

#### 4.4 Vztahy mezi fyzikálními veličinami

Základem poznání ve fyzice je skutečnost, avšak popisována je pomocí fyzikálních veličin a vzájemných vztahů mezi nimi. To znamená, že realita je do značné míry formalizována, přičemž značný význam má použití matematiky. Vztahy mezi fyzikálními veličinami jsou z matematického hlediska funkcemi, tzn. hodnotě fyzikální veličiny určitého druhu (nezávisle proměnné) přiřazujeme právě jednu hodnotu fyzikální veličiny jiného druhu (závisle proměnné). Na základní a střední škole se v největší míře setkáváme s následujícími funkcemi: *konstanta* ( $y = \text{konst.}$ , kde konst. je reálné číslo), *lineární funkce* ( $y = kx + q$ ,  $k \neq 0$ , v případě  $y = kx$  jde o přímou úměrnost), *kvadratická funkce* ( $y = ax^2 + bx + c$ ,  $a \neq 0$ ), *nepřímá úměrnost* ( $y = k/x$ ,  $k \neq 0$ ).

Aby bylo možné vyjádřit funkční závislost  $y = f(x)$  mezi fyzikálními veličinami, je třeba určit:

1. množinu hodnot  $X$ , kterých může nabývat nezávisle proměnná veličina  $x$  ( $x \in X$ , definiční obor funkce),
2. množinu hodnot  $Y$  závisle proměnné veličiny  $y$ ,
3. předpis, podle kterého se hodnotám nezávisle proměnné veličiny  $x$  přiřazují hodnoty závisle proměnné veličiny  $y$  (funkční vztah). Ve fyzice se často funkční vztahy vyjadřují graficky, tzn. množinou bodů v rovině souřadné soustavy  $Oxy$ , přičemž  $x$  patří do definičního oboru funkce a  $y = f(x)$ .

S vyjádřením vztahu mezi fyzikálními veličinami pomocí funkce jsme se již setkali v předcházející části této kapitoly v podobě definičního vztahu fyzikální veličiny. Tento vztah však nemusí vždy vyplývat z podstaty fyzikálního děje a může být určen dohodou, jako definice racionálně vystihující určitou vlastnost reality. Nyní se budeme zabývat funkcemi, které přímo vyplývají ze studia reality a popisují nejčastěji: 1. časoprostorový průběh fyzikálních dějů, 2. příčinné souvislosti mezi fyzikálními veličinami.

Příkladem vztahu prvního druhu jsou např. vztahy  $s = vt$ ,  $v = gt$ ,  $y = y_m \sin \omega t$  apod. Příčinné souvislosti vyjadřují např. vztahy  $a = \frac{F}{m}$ ,  $\varepsilon = \frac{1}{E} \sigma$ ,  $pV = RT$ ,  $I = \frac{U}{R}$ . Tyto funkční závislosti musíme odlišit od definičních vztahů. Vidíme, že v každém z uvedených vztahů se vyskytuje součinitel úměrnosti, který určuje souvislost příčiny (nezávisle proměnné) a následku (závisle proměnné). V definičním vztahu takový součinitel není.

Příčinné vztahy fyzikálních veličin vyjadřují vlastnosti objektů a dějů v přírodě, a proto množina hodnot nezávisle proměnných veličin nemůže být zvolena libovolně. Nalezená závislost vyplývá ze studia reality, jejího pozorování a experimentálního zkoumání a má význam fyzikálního zákona.

**Fyzikální zákon** je výsledkem abstrakce, při níž byly na základě analýzy mnoha konkrétních objektů a dějů nalezeny jejich nejpodstatnější znaky a vlastnosti. Ty jsou pak formálně vyjádřeny pomocí fyzikálních veličin a vztahů mezi nimi a jsou obecně platnou výpovědí o daném ději.

I když fyzika směřuje k matematickému vyjádření každé fyzikální zákonitosti, není však možné uplatnit takové vyjádření v didaktickém systému učiva, který musí respektovat zvláštnosti předávání fyzikálních poznatků v procesu výuky. Proto se setkáváme s různými podobami vyjádření fyzikálních zákonů: verbální, algebraickou, tabelární a grafickou.

Způsob vyjádření fyzikálního zákona také souvisí s typem zákona, se stupněm obecnosti, s níž se dotýká různě velikého okruhu fyzikálních objektů a dějů. Podle toho lze fyzikální zákony rozdělit na *zákony kvalitativní* a *zákony kvantitativní*, jež můžeme dále rozdělit na *zákony dynamické* a *zákony statistické*.

Kvalitativní zákony jsou zpravidla obecné soudy, které jsou pravdivé ve vymezených oblastech reality a vystihující určité univerzální vztahy, které se projevují nezávisle na fyzikální podstatě děje a jsou mnohokrát potvrzené zkušeností. Takové zákony také označujeme jako *principy* a jsou zobecněním dílčích zákonů. Tohoto druhu jsou např. zákony zachování, zákon setrvačnosti, termodynamické zákony (věty), princip konstantní rychlosti světla, Pauliův princip apod.

Kvantitativní dynamické (resp. deterministické) zákony umožňují přesné a jednoznačné určení konečného stavu objektu či děje na základě znalosti počátečních podmínek. Např. Newtonův 2. pohybový zákon umožňuje přesně určit zrychlení tělesa, je-li dána síla působící na těleso dané hmotnosti. Je-li současně známa poloha tělesa a jeho hybnost v počátečním okamžiku, lze určit polohu a hybnost tělesa v libovolném okamžiku následujícím.

Statistické zákony se týkají souborů objektů nebo obecně hromadných jevů, které určují stav souboru nebo děje v něm pomocí veličin, které se vztahují k celku. Nelze však pomocí nich určit stav jednotlivých objektů. Např. děj radioaktivní přeměny je popsán zákonem  $N = N_0 e^{-\lambda t}$  ( $N$  – počet nuklidů v okamžiku  $t$ ,  $N_0$  – počet nuklidů v okamžiku  $t = 0$ ,  $\lambda$  – přeměnová konstanta). Z tohoto zákona lze určit, kolik atomů se za určitou dobu rozpadne, avšak nelze určit, které to budou. Podobně je např. v molekulové fyzice Maxwellovým zákonem určeno rozdělení rychlostí molekul v ideálním plynu, avšak nelze určit, jakou rychlost má určitá molekula.

Roztřídění fyzikálních zákonů podle nadřazenosti je důležitým krokem k vytvoření ucelených poznatkových struktur v didaktickém systému fyziky. Těm pak odpovídá základní koncepce učiva a jeho uspořádání do didaktického systému. Základem těchto poznatkových struktur jsou obvykle **fyzikální teorie**.

## 4.5 Fyzikální teorie

Jedním z hlavních cílů fyzikálního vzdělávání je ovládnutí podstaty a nejdůležitějších výsledků fundamentálních fyzikálních teorií, které představují shrnutí a zobecnění lidského poznání v této oblasti. Tyto teorie také odrážejí formy myšlení dané etapy poznávání světa. Fyzikální teorie představují uzavřenou soustavu pojmů vyčerpávajícím způsobem opisující určitý okruh fyzikálních jevů, přičemž některé z těchto pojmů můžeme označit jako pojmy výchozí (*axiomy*).

Každá fyzikální teorie má určitou strukturu, v níž lze vymezit tři navzájem spjaté složky: 1. základ teorie, 2. jádro teorie, 3. závěry vyplývající z platnosti teorie. Tyto části odpovídají

průběhu gnozeologického cyklu, v němž se postupuje od přímého zkoumání skutečnosti k abstrakci a zobecnění a odtud zpět ke konkrétní skutečnosti, k praxi.

Základ teorie tvoří pozorováním a experimentem získané poznatky, které nelze objasnit již existujícími teoriemi. Tyto poznatky jsou východiskem abstrakce, její empirickou základnou. Aby bylo možné přejít k formulaci nových, obecných pojmů, je do teorie zaveden idealizovaný objekt, abstraktní model, který má malý počet určitých vlastností a jednoduchou strukturu. Tento model umožňuje v jednoduché podobě vystihnout charakteristické vlastnosti zkoumané oblasti jevů.

Rozbor vlastností idealizovaného objektu vede k vytvoření soustavy základních, nejdůležitějších pojmů a veličin teorie. Tyto abstraktní veličiny nabývají konkrétní podoby ve vztahu k reálným objektům v procesu experimentu a měření. Měření se tak stávají nedílnou částí při vzniku fyzikální teorie.

Jádrum teorie je soustava obecných zákonů v podobě matematických rovnic, které určují vztahy mezi fyzikálními veličinami. Tyto rovnice představují formalizovaný, matematický model reality založený na teoretickém zobecnění a vztahující se k idealizovanému objektu. Zvláštní význam mají v jádru teorie postuláty a principy, což jsou buď slovní formulace samotných rovnic, nebo předpoklady, z nichž rovnice vycházejí. Např. klasická mechanika je založena na třech postulátech (Newtonových pohybových zákonech) a principu superpozice sil.

V jádru teorie mají zvláštní význam obecně platné zákony zachování energie, hybnosti, momentu hybnosti, náboje aj. a zákony prostorově časové symetrie. Třebaže jsou tyto zákony samostatným prvkem teorie, musejí vyplývat z rovnice teorie a jsou potvrzením správnosti, s níž teorie vystihuje skutečnost.

Třebaže každá fyzikální teorie tvoří relativně uzavřený celek, je spjata řadou vazeb s jinými teoriemi. Tyto vztahy se projevují především při přechodu k praxi, při interpretaci teorie.

Význam teorie je dán především možnostmi vyvodit z teorie konkrétní závěry. Pro současné teorie je charakteristické, že tyto konkrétní závěry z ní plynou v podobě funkčních závislostí fyzikálních veličin platných pro řadu konkrétních fyzikálních dějů. Přitom podstatně narůstá počet veličin ve srovnání s veličinami v základu teorie. Je zaváděna řada pomocných veličin, které se vztahují k malému okruhu jevů a mají omezenou platnost.

Každá fyzikální teorie obsahuje určité ideje, ale rovněž interpretace matematického aparátu a závěrů z teorie vyplývajících. Ve všech fundamentálních teoriích jsou ideje a interpretace spjaty s modelem hmoty a s formami vzájemného působení hmotných objektů. Tyto obecné vztahy teorie a její interpretace jsou základem *fyzikálního obrazu světa*, který je i filozofickou koncepcí vývoje fyzikálního poznání.

Tato zobecňující funkce fyzikálních teorií určuje jejich význam i v didaktickém systému učiva. V něm žáci poznávají současnou interpretaci fyzikálních teorií v hotové podobě, aniž by museli procházet obtížnou cestou hledání, které vývoj teorie doprovází. V procesu výuky nejde o interpretaci teorií po jejich výkladu, ale volí se taková výchozí zobecnění a prostorově časové modely, z nichž správná interpretace fyzikální teorie přímo vyplývá.

Základními strukturálními prvky didaktické soustavy učiva fyziky jsou především následující fundamentální fyzikální teorie:

1. Klasická mechanika
2. Termodynamika
3. Statistická fyzika (molekulárně-kinetická teorie)

4. Elektrodynamika (teorie elektromagnetického pole, elektronová teorie, speciální teorie relativity)

5. Kvantová teorie

Postupné vytváření a rozvíjení těchto teorií sleduje historickou linii fyzikálního poznání a nachází odraz i ve struktuře didaktického systému učiva, jímž je postupně budován fyzikální obraz světa (FOS), který chápeme jako nejvyšší, integrující pojem didaktického systému. (Podrobněji o FOS viz [4].)

#### **Literatura ke kapitole 4**

[1] Fenclová, J.: Úvod do teorie a metodologie didaktiky fyziky, SPN, Praha 1982.

[2] Fenclová J. a kol.: K perspektivám fyzikálního vzdělání v didaktickém systému přírodních věd, Academia, Praha 1984.

[3] Kašpar, E. a kol.: Didaktika fyziky. Obecné otázky. SPN, Praha 1974.

[4] Svoboda, E. a kol: Přehled středoškolské fyziky, Prometheus, Praha 2006.

[5] Lepil, O. – Svoboda, E.: Příručka pro učitele fyziky na střední škole, Prometheus, Praha 2007.

## 5. UČEBNICE FYZIKY PRO STŘEDNÍ ŠKOLU

---

### Cíle

Po prostudování této kapitoly získáte přehled o:

- základních etapách vývoje školské soustavy a postavení fyziky na střední škole
- tvorbě a vývoji koncepcí učebnic fyziky pro střední školu
- podílu autorů z Přírodovědecké fakulty UP na tvorbě středoškolských učebnic fyziky

### Učební text

Vývoj fyzikálního vzdělávání můžeme považovat za evoluční vývoj koncepcí didaktického systému reprezentovaného osnovami fyziky a na ně navazujícími učebnicemi, které zpětně didaktický systém zobrazený osnovami ovlivňují. Zpracování učebnice nejlépe ze všech učebních materiálů ukazuje, do jaké hloubky, jakými metodickými postupy a v jakých vzájemných souvislostech budou vytvářeny nejen odpovídající vědomosti, ale i další kvality žákovy osobnosti, jeho kompetence. Proto si v této kapitole ukážeme, jak se od poloviny 20. století vyvíjely učebnice fyziky pro střední školu gymnaziálního typu, která poskytuje střeň všeobecné vzdělání jako předpoklad navazujícího vysokoškolského studia. Současně je připomenut i vývoj školského systému v tomto období.

#### 5.1 Učebnice fyziky ve 2. polovině 20. století

Do poloviny 20. století na tehdejších gymnáziích dominovaly učebnice vydávané s garancí Jednoty českých matematiků a fyziků a tato velmi dlouhá etapa končí rokem 1949, kdy naposledy vyšlo 7. vydání učebnice [1] jako částečně změněný dotisk pro školní rok 1949/50. Na rozdíl od předcházejících vydání této učebnice určené pro vyšší třídy středních škol (viz kap. 1, obr. 1-1) je poslední vydání určeno již přímo „pro čtvrtou třídu gymnasií“.

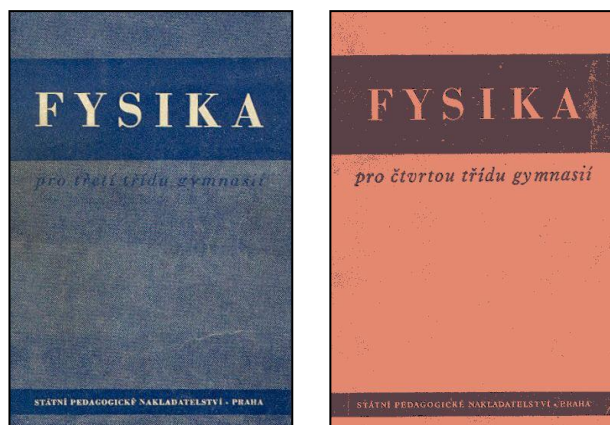
To je dáno skutečností, že v roce 1948 nabyl platnosti nový Školský zákon, který zavedl tzv. jednotnou školskou soustavu se třemi stupni:

- I. stupeň – národní škola,
- II. stupeň – nediferencovaný čtyřletý nižší stupeň střední školy
- III. stupeň, do něhož byly vedle odborných škol zahrnuty i čtyři nejvyšší třídy dřívějšího osmiletého gymnázia.

Novou historii středoškolských učebnic fyziky ve 2. polovině 20. století začínají vytvářet dvě nově vytvořené učebnice a současně dochází k zásadní obměně autorských kolektivů těchto učebnic:

Chytilová, M. – Pavlík, B. – Šoler, K. – Vlach, B.: *Fysika pro třetí třídu gymnasií*. SPN, Praha 1951.

Bělař, A. – Hlavička, A. – Lehar, F. – Pavlík, B. – Pírko, Z.: *Fysika pro čtvrtou třídu gymnasií*. SPN Praha 1951.



Tyto učebnice pokračují v tradici výuky fyziky ve dvou nejvyšších třídách gymnázia, kde se fyzika vyučovala ve třetím a čtvrtém ročníku s učebním plánem 3 a 4 týdenní vyučovací hodiny, tzn. celkově 7 vyučovacích hodin s následujícím obsahem.

### **Osnovy fyziky z roku 1948** (čtyřleté gymnázium):

#### *III. třída*

Úvod. Mechanika. Astronomie. Vlastnosti kapalin a plynů v klidu. Nauka o proudění tekutin – fyzika letu. Molekulární vlastnosti. Nauka o vlnění. Akustika. Termika.

#### *IV. třída*

Nauka o magnetismu. Nauka o elektřině. Nauka o světle. Nauka o záření a stavbě hmoty. Základy astrofyziky.

Významnou změnu ve vývoji učebnic znamená rok 1953, kdy byla čtyřletá gymnázia zrušena, a po vzoru sovětského školského systému vznikla jedenáctiletá střední škola (JŠŠ) se třemi třídami vyššího stupně školy, které navazovaly na osmiletou střední školu. Fyzika se vyučovala ve všech ročnících JŠŠ podle učebního plánu 3 + 3 + 4, což znamená významné rozšíření výuky o 3 týdenní vyučovací hodiny, ale současně výuku ve třídách se žáky o dva roky mladšími než v gymnaziální septimě a oktávě.

Uspořádání učiva je patrné z osnov:

### **Osnovy fyziky z roku 1953** (jedenáctiletá střední škola)

#### *9. ročník*

Úvod. Mechanika.

#### *10. ročník*

Molekulární fyzika a teplo. Základy nauky o vlnění a akustice. Geometrická optika.

#### *11. ročník*

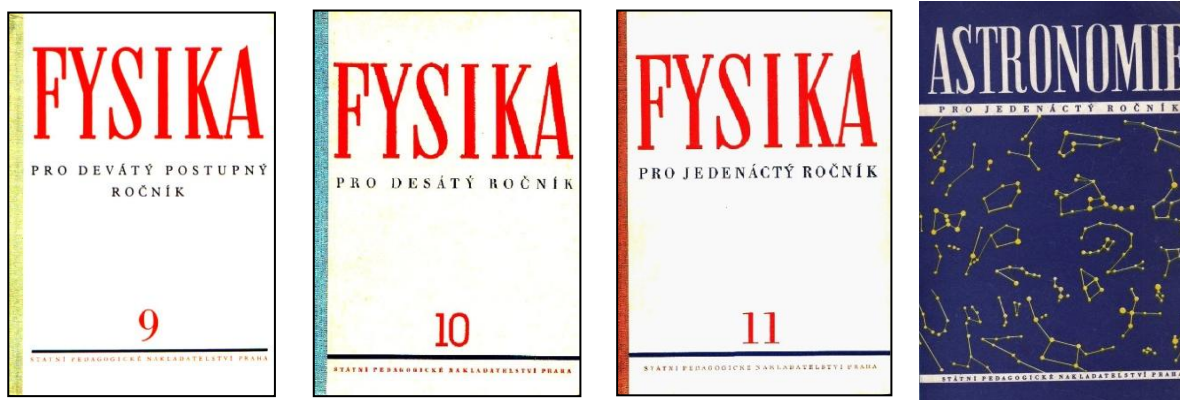
Elektřina. Nauka o záření a stavbě atomu.

Po prvních poválečných učebnicích fyziky tak v krátké době vzniká zcela nový soubor učebnic pro jedenáctiletou střední školu:

Kašpar, E. – Chytilová, M. – Vlach, B.: *Fyzika pro devátý ročník*. SPN, Praha 1953.

Šoler, K. – Fuka, J. – Lehar, F.: *Fyzika pro desátý ročník*. SPN, Praha 1954.

Rudolf, V. – Fuka, J. – Hlavička, A.: *Fyzika pro jedenáctý ročník*. SPN, Praha 1955.



Významná je i změna v autorských kolektivech těchto učebnic, v nichž se poprvé zúčastňují práce na středoškolských učebnicích vedle *RNDr. Marty Chytilové*, která v té době působila na Pedagogické fakultě MU v Brně, další zakladatelé české didaktiky fyziky, *prof. RNDr. Emil Kašpar, DrSc.* z Matematicko-fyzikální fakulty UK v Praze a *prof. PaedDr. Josef Fuka* z Přírodovědecké fakulty UP v Olomouci, který byl také prvním profesorem didaktiky fyziky u nás.

Za určitou zvláštnost učebního plánu a osnov JSS můžeme považovat zařazení samostatného předmětu astronomie s dotací 1 týdenní vyučovací hodiny v 11. ročníku JSS, což bylo v historii vývoje české střední školy ojedinělé. Iniciátorem osamostatnění astronomie jako učebního předmětu byl významný český astrofyzik *doc. RNDr. František Link, DrSc.*, který zdůrazňoval potřebu zlepšit stav výuky astronomie a přípravy učitelů na výuku tohoto předmětu [2]. Argumentací byl nejen „překotný vývoj astronomie za posledních 50 let“, ale zejména její světonázorové poslání. Přitom vzorem se stalo postavení astronomie v sovětské střední škole, kde se rovněž vyučovala samostatně v nejvyšším, tzn. 10. ročníku střední školy. Proto byl pro výuku astronomie převzat i překlad učebnice používané v té době na školách v SSSR, jejímž autorem je ruský astronom a popularizátor astronomie *B. A. Voroncov-Veljaminov*. Podle osnov JSS ji pak upravil F. Link. Praxe však ukázala nevýhodnost jednohodinového předmětu, který často vyučovali učitelé na doplnění úvazku, aniž by měli potřebnou kvalifikaci. Nicméně tuto jednu vyučovací hodinu můžeme považovat také za celkové posílení hodinové dotace fyziky ve srovnání s poválečným gymnáziem.

Další etapa vývoje středoškolských učebnic fyziky je iniciována vznikem střední všeobecně vzdělávací školy (SVVŠ) podle Školského zákona z roku 1960. Tato škola je opět tříletá, navazovala na základní devítiletou školu (ZDŠ) a její učební plán fyziky má tři varianty označované jako základní větev (3 + 3 + 4), matematicko-fyzikální větev (4 + 4 + 5) a chemicko-biologická větev (2 + 3 + 3). Obsah učiva fyziky je následující:

**Osnovy fyziky z roku 1961** (střední všeobecně vzdělávací škola):

*1. ročník*

Úvod. Mechanika.

*2. ročník*

Molekulová fyzika a termika. Kmity a vlnění, akustika. Elektřina a magnetismus I.

*3. ročník*

Elektřina a magnetismus II. Optika. Stavba atomu. Astronomie. Závěr.



Z přehledu osnov je zřejmé, že jednododinový předmět astronomie byl zrušen a příslušné učivo bylo opět včleněno do učiva fyziky ve stejném rozsahu, tzn. celkem 33 vyučovacích hodin. Do prvního ročníku byla astronomie zařazena v návaznosti na učivo o gravitačním poli a v učebnici pro 3. ročník SVVŠ tvořila závěrečnou kapitolu.

Dochází také k významné změně ve složení autorských kolektivů učebnic pro SVVŠ v tom smyslu, že se na tvorbě poprvé podílejí také slovenští autoři. *Prof. RNDr. Ján Vanovič* vedl autorský kolektiv učebnice pro 2. ročník SVVŠ a spoluautory jsou vedle zkušeného autora z předcházejících učebnic *doc. RNDr. Bohumila Vlacha* také *Emil Sokol* a *doc. RNDr. Ladislav Thern*. Za zmínku stojí i to, že v roce 1958 došlo podle nových Pravidel českého pravopisu u těchto učebnic ke změně názvu učebního předmětu *fysika* na progresivnější jazykový tvar *fyzika*.

Marek, J. – Chytilová, M. – Kašpar, E. – Vanýsek, V.: *Fyzika pro I. ročník střední všeobecně vzdělávací školy*. SPN, Praha 1965.

Vanovič, J. – Sokol, E. – Thern, L. – Vlach, B.: *Fyzika pro II. ročník střední všeobecně vzdělávací školy*. SPN, Praha 1965.

Fuka, J. – Klimeš, B. – Lepil, O. – Rudolf, V. – Široký, J. – Vanýsek, V.: *Fyzika pro III. ročník středních všeobecně vzdělávacích škol*. SPN, Praha 1965.



Významný podíl na tvorbě těchto nových učebnic pro SVVŠ měli autoři z Přírodovědecké fakulty UP, kteří zpracovali větší část učebnice pro III. ročník SVVŠ, jejímž hlavním autorem byl J. Fuka a dále to byli O. Lepil a V. Rudolf (učivo elektřiny) a J. Široký (učivo astronomie).

Tuto řadu tří učebnic doplňuje učebnice pro nově zaváděný volitelný předmět ve 2. a 3. ročníku SVVŠ (popř. nepovinný předmět ve všech ročnících) praktická cvičení fyziky:

*Živný, F. – Lepil, O.: Praktická cvičení z fyziky*. SPN, Praha 1965.

Byla to svého druhu první učebnice od 30. let 20. století, kdy vyšla kniha [3], se zaměřením na praktické činnosti žáků. Učebnice obsahuje nejen obvyklé úlohy fyzikálního praktika, ale také základy fotografování, konstrukční práce z elektroniky, astronomická a meteorologická pozorování. Učebnice vyšla naposledy v roce 1983 v 10. vydání a v několika vydáních vyšla také slovensky a maďarsky.

V roce 1968 byl přijat zákon, který rozšiřuje SVVŠ na čtyři roky a vrací jí název gymnasium, který se záhy mění na gymnázium. Na probíhající přeměnu tříleté SVVŠ na čtyřleté gymnázium bylo nutné reagovat také úpravou stávajících učebnic pro SVVŠ. Tato úprava nejprve

spočívala ve vytvoření čtyř Doplnků k učebnicím SVVŠ, z nichž naopak byly některé kapitoly vyjmuty. Jsou to učebnice:

Chytilová, M.: *Doplněk k učivu fyziky pro I. ročník gymnasia*. SPN, Praha 1972.

Vlach, B.: *Doplněk k učivu fyziky pro II. ročník gymnasia*. SPN, Praha 1974.

Lepil, O. – Chytilová, M.: *Doplněk k učivu fyziky pro III. ročník gymnasia*. SPN, Praha 1973.

Fuka, J.: *Doplněk k učivu fyziky pro IV. ročník gymnasia*. SPN, Praha 1974.



Doplnky umožnily prohloubení některých témat fyziky a také zařazení nových poznatků tzv. „moderní fyziky“, čímž se rozuměly v podstatě poznatky fyziky z počátku 20. století. V mechanice bylo např. rozšířeno učivo o neinerciálních vztažných soustavách a setrvačných silách, o tíhovém a gravitačním poli a o rázu koulí. Doplněk pro 2. ročník prohluboval učivo molekulové fyziky, fyziky pevných látek a učivo o mechanickém kmitání a vlnění. Těžištěm Doplnku pro 3. ročník bylo nové zpracování rychle se vyvíjejícího učiva o polovodičích, které bylo poprvé v české učebnicové literatuře zpracováno v učebnici SVVŠ z roku 1965. Zcela nově byla zpracována problematika elektromagnetických kmitů a vlnění, založená na výkladu vzniku a šíření elektromagnetických vln v soustavě dvou vodičového vedení připojeného k vysokofrekvenčnímu oscilátoru. Poměrně obsáhlý Doplněk pro 4. ročník obsahuje především zcela nové téma v naší středoškolské učebnicové literatuře, kterým je speciální teorie relativity, a nově bylo zpracováno také učivo atomistiky.

Některé nové přístupy k učivu v Doplncích předznamenaly tvorbu historicky nejrozsáhlejšího souboru učebnic a dalších studijních materiálů, který byl spojen s realizací tzv. „Projektu dalšího rozvoje československé výchovně vzdělávací soustavy“ (1976). Postupný přechod na nový vzdělávací systém v tehdejší ČSSR probíhal v letech 1978–1984.

Za realizaci projektu výuky fyziky odpovídala pracovní komise vedená *prof. RNDr. J. Piš-útem, DrSc.* z Matematicko-fyzikální fakulty Univerzity Komenského v Bratislavě a celý projekt probíhal v gesci Výzkumného ústavu pedagogického v Bratislavě, který v komisi zastupovala *RNDr. E. Tomanová*, a zástupcem českého VÚP byl *RNDr. J. Maršák, CSc.* Z PřF UP v Olomouci se práce v komisi zúčastnili J. Fuka, M. Bednařík a O. Lepil. Obdobným způsobem se realizoval projekt výuky fyziky na základní škole, který byl naopak zajišťován Výzkumným ústavem pedagogickým v Praze (podrobněji o tom viz [4]).

Obsah nově připravovaných učebnic fyziky pro gymnázium byl vymezen osnovami fyziky z roku 1983 s následujícím uspořádáním učiva:

## Osnoy fyziky z roku 1983 (gymnázium)

### 1. ročník

Úvod. Formy a příčiny mechanického pohybu. Gravitační pole. Elektrické pole.

### 2. ročník

Struktura a vlastnosti látek. Elektrický proud v látkách.

### 3. ročník

Magnetické pole. Kmitání a vlnění.

### 4. ročník

Světlo a záření. Stavba atomu. Astrofyzika. Fyzikální obraz světa.

V tomto období také dosáhla maxima hodinová dotace fyziky na střední škole. Učební plán měl strukturu 3 + 3 + 4 + 3, tzn. celkově 13 týdenních vyučovacích hodin. Tím byl vytvořen nejen větší prostor pro modernizaci obsahu zařazením nových, popř. prohloubením obsahu tradičních témat učiva, ale došlo i k výrazným změnám ve struktuře didaktické soustavy. To se projevilo např. vytvořením integrovaných poznatkových soustav jednak v učivu o silových polích (gravitační a elektrické pole), jednak v učivu o mechanickém a elektromagnetickém kmitání a vlnění. Příznivá hodinová dotace vedla k zavedení systému cvičení, pro něž byla v učebním plánu vymezena jedna týdenní hodina v dělené třídě. Je ale skutečností, že na takový rozsah zejména laboratorních cvičení, která by bylo možné provádět shodně na všech školách, nebyli připraveni ani autoři učebnic, ani tomu neodpovídalo materiální vybavení škol. Jediným možným řešením pak bylo rozdělení cvičení na osm teoretických a osm laboratorních cvičení v každém ročníku.

Autorské kolektivy nových učebnic byly poměrně rozsáhlé, poněvadž požadavkem bylo, aby v každém kolektivu byla určitá parita českých a slovenských autorů a na tvorbě učebnic se měli podílet také učitelé z praxe. To se nakonec uskutečnilo jen zčásti, když se spoluautory dvou titulů stali zkušení středoškolští učitelé *RNDr. I. Šabo* (Fyzika I) a *RNDr. K. Bartuška* (Fyzika II), avšak pro ostatní učebnice se nepodařilo vhodné autory s určitými publikačními zkušenostmi najít. Další učitelé se pak podíleli na tvorbě učebních textů pro volitelnou a nepovinnou výuku (*PaedDr. P. Šedivý*, *RNDr. A. Kleveta* a *RNDr. J. Veverka*). Učitelé z praxe se také zúčastnili práce na projektu při ověřování pokusných textů a jako oponenti.

Učebnice vznikaly v letech 1984–1987 a ještě před jejich vydáním byly ověřovány v podobě pokusných učebních textů na vybraných gymnáziích a diskutovány na pravidelných seminářích autorů a oponentů. V průběhu práce na nových učebnicích i po jejich vydání se uskutečnily některé akce JČMF, které lze považovat za jakousi formu veřejné oponentury celého projektu. Pro dopracování projektu považují za významnou zejména celostátní konferenci K novému pojetí vyučování fyzice na gymnáziu (Vyškov 1981, viz [5]) a obdobnou konferenci Výuka fyziky na gymnáziu (Luhačovice 1988, viz [6]), na níž byla vyhodnocena základní etapa realizace projektu z pohledu školské praxe. Vytvořené učebnice byly považovány za přechodné a po jejich vyhodnocení měly být po roce 1992 postupně vydávány učebnice definitivní. Vzhledem ke změnám, které přinesl rok 1989, však již k realizaci této etapy tvorby učebnic nedošlo.

Základ projektu tvořily učebnice pro povinnou výuku (uvedena je jen česká jazyková mutace, paralelně vznikala slovenská a o něco později také maďarská jazyková mutace):

Vachek, J. – Bednařík, M. – Klobušický, K. – Maršák, J. – Novák, J. – Šabo, I.: *Fyzika pro I. ročník gymnázií*. SPN, Praha 1984.

Svoboda, E. – Bartuška, K. – Baník, I. – Kotleba, J. – Tomanová, E.: *Fyzika pro II. ročník gymnázií*. SPN, Praha 1985.

Lepil, O. – Houdek, V. – Pecho, A.: *Fyzika pro III. ročník gymnázií*. SPN, Praha 1986.

Pišút, J. – Frei, V. – Fuka, J. – Lehotský, D. – Široký, J. – Tomanová, E. – Vanýsek, V.: *Fyzika pro IV. ročník gymnázií*. SPN, Praha 1987.



Kromě povinné části výuky fyziky měl žák možnost prohloubit si fyzikální vzdělání ještě v nepovinném předmětu Cvičení z fyziky ve všech ročnících čtyřletého gymnázia a v posledním roce studia mohl navštěvovat volitelný seminář a cvičení v jednom z pěti zaměření. Tak vznikl rozsáhlý soubor učebních textů, který zahrnoval vedle učebnic pro povinnou výuku také 5 učebnic pro volitelné předměty: *Fyzika a technika* (O. Lepil, P. Šedivý, M. Grün), *Vybrané kapitoly z fyziky* (J. Vachek, K. Bartuška, V. Koubek, O. Lepil), *Fyzika hvězd a vesmíru* (M. Šolc, Z. Švestka, V. Vanýsek), *Fyzika pevných látek* (V. Frei) a *Fyzika a filozofie* (I. Úlehla), 4 učebnice pro nepovinný předmět *Cvičení z fyziky* (hlavním autorem všech učebnic byl J. Fuka a dále 1. ročník: A. Kleveta, M. Šolc; 2. ročník: V. Frei, M. Svoboda, J. Veverka; 3. ročník: V. Houdek, V. Koubek, M. Svoboda; 4. ročník: V. Frei, O. Lepil), dvojdílnou *Sbírku úloh z fyziky* (I. díl: E. Tomanová, M. Rakovská, I. Baník, K. Bartuška, I. Volf, V. Koubek; II. díl: V. Koubek, O. Lepil, J. Pišút, M. Rakovská, J. Široký, E. Tomanová) a byl završen *Přehledem středoškolské fyziky* (E. Svoboda, M. Bednařík, J. Fuka, O. Lepil, J. Široký), jehož 1. vydání vyšlo v SPN až v roce 1991. Soubor učebnic tak tvořilo 16 knižních publikací pro nejrůznější formy výuky.



Za určitý bonus k uvedenému projektu lze považovat soubor *Doplňků k učivu fyziky pro třídy gymnázií se zaměřením na matematiku*, který vyšel v SPN Praha v roce 1988: 1. ročník: J. Vachek, I. Volf; 2. ročník: E. Svoboda, D. Kluvanec; 3. ročník: O. Lepil, D. Kluvanec; 4. ročník: V. Frei, K. Bartuška, M. Miler, M. Široká. Doplňky navazovaly na základní učebnice s cílem prohloubit, doplnit a rozšířit učivo fyziky příslušného ročníku a přispět k rozvoji

schopností žáků tříd se speciálním zaměřením na matematiku a fyziku řešit fyzikální problémy. Proto je obsahem Doplnků zejména značný počet náročnějších řešených příkladů a úloh.



I když byl popsán projekt velmi kvalitně připraven, vznikl jako kolektivní dílo a opíral se např. o výzkumem ověřené učební materiály, nesl znaky tehdejší školské politiky, kterou charakterizovala jediná alternativa řešení didaktického systému výuky. To vyvolalo prakticky hned po společenských změnách v roce 1989 kritiku učitelské veřejnosti, která nepřijala zejména některé výraznější zásahy do tradiční struktury učiva např. v podobě zmíněných integrovaných poznatkových soustav. Těmto novým koncepcím vzdělávací politiky bylo třeba přizpůsobit i tvorbu učebnic a vydávání učebnic přestalo být monopolem Státního pedagogického nakladatelství.

## 5.2 Učebnice fyziky v současnosti

Po roce 1989 dochází k výrazným koncepčním změnám ve školství. Byl nastoupen trend liberalizace školské soustavy, kterou charakterizuje značná volnost ve volbě vzdělávacích cest. To ve svých důsledcích vedlo nejprve k redukci hodinové dotace fyziky na 2 hodiny týdně v každém ročníku (1990) a posléze jen ke stanovení povinného minimálního učebního plánu (1999) a k změnám osnov fyziky, které znamenají do značné míry návrat ke klasické struktuře didaktického systému, jak se formoval již v 1. polovině 20. století.

### Osnovy fyziky z roku 1999 (čtyřleté, popř. osmileté gymnázium)

#### 1. (5.) ročník

Fyzikální veličiny a jejich měření. Mechanika.

#### 2. (6.) ročník

Molekulová fyzika a termika. Mechanické kmitání a vlnění.

#### 3. (7.) ročník

Elektřina a magnetismus.

#### 4. (8.) ročník

Optika. Speciální teorie relativity. Fyzika mikrosvěta. Astrofyzika. Fyzika v širších souvislostech.

Možné alternativy učebních plánů a individuální úpravy uspořádání učiva na jednotlivých školách si pak vyžádaly i jinou koncepci učebnic fyziky. Tak se ještě v redakci fyziky Státního pedagogického nakladatelství v Praze zrodila myšlenka vytvořit soubor tematicky zaměřených učebnic, které učitelé poskytují lepší možnost sladit vlastní záměry vzdělávacích cest s učebními materiály pro žáky. K realizaci této koncepce však došlo převážně až v novém, již soukromém nakladatelství Prometheus, které vzniklo 1993.

V přehledu je uvedeno jen 1. vydání těchto učebnic, a pokud 1. vydání nevydalo nakladatelství Prometheus, jsou uvedena i nejbližší další vydání:

Bednařík, M. – Široká, M. – Bujok, P.: *Fyzika pro gymnázia. Mechanika*. Prometheus, Praha 1993, 343 s.

Bartuška, K. – Svoboda, E.: *Fyzika pro gymnázia. Molekulová fyzika a termika*. Galaxie, Praha 1993, 255 s. (2. vyd. Prometheus, Praha 1994).

Lepil, O.: *Fyzika pro gymnázia. Mechanické kmitání a vlnění*. Prometheus, Praha 1994, 136 s.

Lepil, O. – Šedivý, P.: *Fyzika pro gymnázia. Elektřina a magnetismus*. SPN, Praha 1992, 398 s. (2. vyd. Galaxie, Praha 1993, 3. vyd. Prometheus, Praha 1994).

Lepil, O. – Kupka, Z.: *Fyzika pro gymnázia. Optika*. SPN, Praha, 1993, 167 s. (2. vyd. Prometheus, Praha 1995).

Bartuška, K.: *Fyzika pro gymnázia. Speciální teorie relativity*. Prometheus, Praha 1993, 50 s.

Štoll, I.: *Fyzika pro gymnázia. Fyzika mikrosvěta*. Galaxie, Praha 1993, 183 s. (2. vyd. Prometheus, Praha 1994).

Macháček, M.: *Fyzika pro gymnázia. Astrofyzika*. Prometheus, Praha 1998, 143 s.

Osmidílný soubor tematické řady učebnic pro gymnázium je určen pro učební plány s větší hodinovou dotací fyziky. Učivo je zde zpracováno náročněji a odpovídá přírodovědně zaměřené výuce. Shrnutím celého gymnaziálního učiva je opět *Přehled středoškolské fyziky*, který sice navazuje na publikaci stejného názvu jako v roce 1991, ale s obměněným autorským kolektivem, který tvoří E. Svoboda, K. Bartuška, M. Bednařík, O. Lepil a M. Široká. Jeho poslední, upravené 5. vydání vyšlo v roce 2013.



Učebnice vycházejí v reedicích, při nichž dochází i k menším obsahovým změnám. Větší úpravy se týkají nových vydání po roce 2000 (liší se od předcházejících vydání barevnou obálkou a použitím barevného tisku), což je spojeno i se změnami autorských kolektivů Mechaniky (autoři M. Bednařík a M. Široká) a Optiky (O. Lepil). Přehled všech učebnic tematické řady je dostupný na webu nakladatelství Prometheus (<http://www.prometheus-nakl.cz>).



Omezený rozsah výuky fyziky na mnoha gymnáziích, kde si učitelé vytvářejí osnovy fyziky sami v rámci Školních vzdělávacích programů, ukázal na potřebu vydat učebnici jednodušší, která by však zahrnovala v přiměřeném rozsahu všechna témata stanovená jediným závazným dokumentem, kterým jsou Rámcové vzdělávací programy jak pro gymnázia, tak pro další střední školy se vzdělávacími programy zakončenými maturitou. Tuto funkci plní dvojdílný soubor učebnic, jejichž 1. vydání vyšlo v roce 1993:

Lepil, O. – Bednařík, M. – Hýblová, R.: *Fyzika pro střední školy I.* Prometheus, Praha 1993, 276 s.

Lepil, O. – Bednařík, M. – Hýblová, R.: *Fyzika pro střední školy II.* Prometheus, Praha 1993, 288 s.

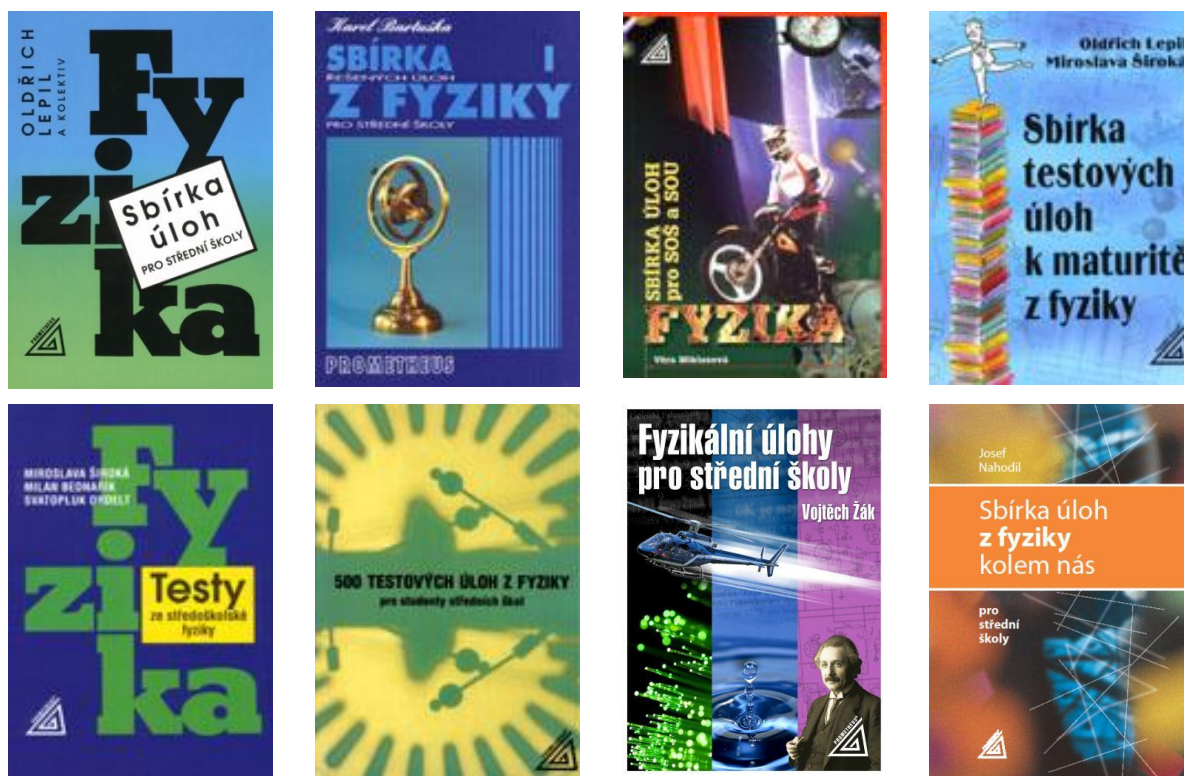
Učebnice byla původně projektována jako učební text pro tříletá střední odborná učiliště s hodinovou dotací 3 + 2 + 1, tzn. celkem 6 vyučovacích hodin. To však může být v současnosti i hodinová dotace učebních plánů některých gymnázií, v nichž se učí fyzika v tzv. *skromné* variantě 2 + 2 + 2 + 0 (viz [7], s. 32). Aby učebnice vyhověla jak učebním osnovám fyziky z let 1990, 1999 a v současnosti i RVP, byl text doplněn o chybějící témata. Naopak učivo, které bylo v předcházejících osnovách označeno jako rozšiřující, popř. není explicitně uvedeno v RVP, ale autoři ho považují pro ucelený výklad fyziky jako neopominutelné, je v učebnici graficky vyznačeno a učitel ho může podle vlastní úvahy probrat, popř. vynechat. Vyloženy jsou také základní poznatky speciální teorie relativity a astrofyziky, které RVP pro gymnázia neobsahuje.

Tato dvojdílná učebnice je v současnosti nejvíce užívaná středoškolská učebnice fyziky a její reedice proběhla v roce 2000 (4. vydání FSS I a 3. vydání FSS II, barevná obálka, barevný tisk) a především v roce 2012 (5., popř. 4. vydání), kdy byla učebnice doplněna o elektronickou část v podobě CD, které obsahuje kromě rozšiřujícího učiva také další materiály, jako jsou historické poznámky, slovníček fyzikálních pojmů, návody k laboratorním pracím, animace fyzikálních dějů a videoexperimenty. Je samozřejmé, že pro realizaci tak rozsáhlých doplňujících materiálů byl autorský kolektiv rozšířen o další spolupracovníky (*P. Janeček, L. Filipenská, P. Böhm, J. Jermář, Z. Burjan, L. Richterek*). Došlo i k určité úpravě uspořádání učiva s ohledem na RVP gymnázia, což spočívá v přesunu učiva o mechanickém kmitání a vlnění z 2. dílu do mechaniky v 1. dílu.





### 5.3 Sbírký úloh z fyziky



Kromě učebnic jsou důležitou učební pomůckou pro výuku fyziky sbírky úloh, které rovněž vznikaly postupným vývojem. Z nich v současnosti největší uplatnění má sbírka více než 900 úloh ze všech tematických celků středoškolského učiva:

Lepil, O. – Bednařík, M. – Široká, M.: *Sbírká úloh z fyziky pro střední školy* (knihá + CD), Prometheus, Praha 2004.

V posledním vydání byla sbírka rozšířena o CD, na němž je stručné řešení všech úloh a další materiály (vybrané tabulky fyzikálních veličin a konstant, slovníček fyzikálních pojmů a program pro editaci vlastní prověrky učitelem).

Velkou popularitu mezi učiteli si získala čtyřdílná sbírka řešených úloh, v níž jsou úlohy uspořádány podle tematického souboru učebnic (I – Mechanika, II – Molekulová fyzika a termika, Mechanické kmitání a vlnění, III – Elektřina a magnetismus, IV – Optika, Fyzika mikrosvětá, Speciální teorie relativity, Astrofyzika):

Bartuška, K.: *Sbírká řešených úloh z fyziky pro střední školy I – IV*, Prometheus, Praha 1997-2000.

Pro výuku na odborných školách je určena sbírka jednodušších úloh:

Miklasová, V.: *Sbírká úloh z fyziky pro SOŠ a SOU*, Prometheus, Praha 1999.

V souvislosti s přípravou Katalogu požadavků ke státní maturitě fyziky byla vytvořena sbírka testových úloh:

Lepil, O. – Široká, M.: *Sbírká testových úloh k maturitě z fyziky*, Prometheus, Praha 2001.

Pro přípravu písemných prověrek jsou určeny sbírky testových úloh:

Široká, M. – Bednařík, M. – Ordelt, S.: *Testy ze středoškolské fyziky* (kniha + CD, Prometheus, Praha 2004.

Salach, S. – Plazak, T. – Sanok, S.: *500 testových úloh z fyziky pro studenty středních škol*, Prometheus, Praha 2003.

Nově byly vydány také sbírky netradičně pojatých úloh:

Žák, V.: *Fyzikální úlohy pro střední školy*, Prometheus, Praha 2011.

Nahodil, J.: *Sbírka úloh z fyziky kolem nás pro střední školy*, Prometheus, Praha 2011

## Literatura ke kapitole 5

[1] Mašek, B. – Wangler, A.: *Fysika pro čtvrtou třídu gymnasií*, Státní nakladatelství, Praha 1949 (částečně změněný dotisk 7. přepracovaného vydání podle učebních osnov z roku 1933 pro školní rok 1949/50).

[2] Link, F.: Poznámky k vyučování astronomii. *Matematika a fyzika ve škole*, roč. 1 (1949), s. 84.

[3] Sechovský, H. – Šilháček, K.: *Fyzikální praktikum ve vyšších třídách středních škol*, Čs. grafická unie, Praha 1935.

[4] Kolářová, R.: Fyzika na základní škole po roce 1945 z pohledu vývoje školské soustavy a učebnic fyziky. *MFI 22* (2013), č. 4 (příloha), s. P-31. Dostupné na: <http://www.mfi.upol.cz/index.php/mfi>

[5] Lepil, O.: K novému pojetí vyučování fyzice na gymnáziu, *Pokroky matematiky, fyziky a astronomie*, Vol. 27 (1982), No. 3, 178. Dostupné na: [http://dml.cz/bitstream/handle/10338.dmlcz/139698/PokrokyMFA\\_27-1982-3\\_7.pdf](http://dml.cz/bitstream/handle/10338.dmlcz/139698/PokrokyMFA_27-1982-3_7.pdf)

[6] Lepil, O.: Výuka fyziky na gymnáziu. *Pokroky matematiky, fyziky a astronomie*, Vol. 34 (1989), No. 4, 246. Dostupné na: [http://dml.cz/bitstream/handle/10338.dmlcz/139152/PokrokyMFA\\_34-1989-4\\_6.pdf](http://dml.cz/bitstream/handle/10338.dmlcz/139152/PokrokyMFA_34-1989-4_6.pdf)

[7] Lepil, O. – Svoboda, E.: *Příručka pro učitele fyziky na střední škole*, Prometheus, Praha 2007. ISBN 978-80-7196-328-8

Oldřich Lepil

## **Vybrané kapitoly k modulu Didaktika fyziky**

Výkonný redaktor prof. RNDr. Tomáš Opatrný, Dr.  
Odpovědná redaktorka Mgr. Lucie Loutocká  
Technická úprava textu doc. RNDr. Oldřich Lepil, CSc.  
Návrh obálky Jiří Jurečka

Vydala a vytiskla Univerzita Palackého v Olomouci  
Křížkovského 8, 771 47 Olomouc  
<http://www.upol.cz/vup>  
e-mail: [vup@upol.cz](mailto:vup@upol.cz)

Olomouc 2012

1. vydání

Publikace neprošla ve vydavatelství redakční a jazykovou úpravou.

Neprodejné

ISBN 978-80-244-3297-7