

Univerzita Karlova v Praze
Matematicko-fyzikální fakulta

BAKALÁŘSKÁ PRÁCE



Kateřina Kárová

Elektronický učební text pro podporu výuky klasické mechaniky pro posluchače učitelství I

Katedra didaktiky fyziky

Vedoucí bakalářské práce: Doc. RNDr. Leoš Dvořák, CSc.

Studijní program: Fyzika, Fyzika zaměřená na vzdělávání

2006

Chtěla bych zde poděkovat doc. RNDr. Leoši Dvořákovi, CSc., který mi při tvoření učebního textu jako vedoucí bakalářské práce velmi pomohl.

Prohlašuji, že jsem svou bakalářskou práci napsala samostatně a výhradně s použitím citovaných pramenů. Souhlasím se zapůjčováním práce a jejím zveřejňováním.

V Praze dne 23.7.2006

Kateřina Kárová

Obsah

Úvod.....	5
Kapitola 1 - Příklady učebních textů popisujících fyzikální problematiku.....	6
Kapitola 2 - Popis učebního textu	8
2.1 Koncepce učebního textu	8
2.2 Příklady stránek aneb jak pracovat s učebním textem?.....	9
Obsah.....	9
Základní stránka učebního textu.....	10
Definice a pojmy	11
Příklady.....	12
Výsledky příkladů	13
Poznámky	14
2.3 Schéma vzájemného propojení jednotlivých částí elektronického učebního textu	15
Kapitola 3 - Prostředky použité v učebním textu	16
3.1 O programu Adobe Akrobat PDF.....	16
3.2 Tvorba odkazů v PDF a Microsoft Wordu	16
Závěr.....	18
Literatura	19

Název práce: Elektronický učební text pro podporu výuky klasické mechaniky pro posluchače učitelství I

Autor: Kateřina Kárová

Katedra: Katedra didaktiky fyziky

Vedoucí bakalářské práce: doc. RNDr. Leoš Dvořák, CSc.

E-mail vedoucího práce: leos.dvorak@mff.cuni.cz

Abstrakt:

Elektronický učební text pro podporu výuky klasické mechaniky vytvořený v rámci práce shrnuje učivo týkající se mechaniky hmotného bodu. Je určen zejména pro posluchače 1. ročníku učitelství fyziky na vysoké škole.

Práce popisuje koncepci učebního textu, uvádí návod, jak s ním pracovat, zmiňuje prostředky, pomocí kterých byla práce tvořena a na závěr stručně hodnotí dosažený výsledek.

Klíčová slova: Mechanika hmotného bodu

Title: Electronic Text on Classical Mechanics for Pre-Service Teacher Training I

Author: Kateřina Kárová

Department: Department of Physics Education

Supervisor: doc. RNDr. Leoš Dvořák, CSc.

Supervisor's e-mail address: leos.dvorak@mff.cuni.cz

Abstract:

Electronic text on classical mechanics covering mechanics of mass point was created as a main part of this thesis. It is aimed mainly at students of 1st course of pre-service teacher training (at university level).

The thesis describes the concept and character of the above mentioned study material, presents means used for its creation and finally shortly evaluates the result.

Keywords: Mechanics of point mass

Úvod

Cílem této bakalářské práce je vytvoření pomůcky ke studium fyziky pro posluchače 1. ročníku učitelství fyziky na vysoké škole. Elektronický učební text shrnuje učivo týkající se mechaniky hmotného bodu. Může být ale použit pro opakování před státními zkouškami. Využit učební text můžeme také na středních školách (pro pedagogy, studenty). Učební text poslouží jeho uživatelům i jako jeden z mnoha příkladů zpracování učebního textu, který se může zabývat nejen fyzikální problematikou.

Touto prací se snažím pomoci budoucím posluchačům učitelství fyziky v začátcích jejich studia, které je nelehké. Učební text by neměl, podle mé představy, vypadat jako „nudná“ skripta, která jsou plná odvozování vztahů a někdy pro začínající vysokoškolské studenty i nesrozumitelné teorie. Snažím se jim dát malou pomocnou ruku.

Učební text nemá podobu žádného skripta ani výkladové učebnice, to nebylo cílem. Jedná se spíše o text opakovací, o podrobnější přehled učiva shrnujícího poznatky o hmotném bodě. V dalších kapitolách se budu zabývat koncepcí své práce, uvedu zde ukázky jednotlivých částí učebního textu a nakonec podám drobné zhodnocení celé své práce.

Kapitola 1

Příklady učebních textů popisujících fyzikální problematiku

Do rukou se Vám – čtenářům, či studentům – mohou dostat rozličné učební texty stejně jako mně. Pokusím se jen zlehka nastínit svůj názor na pár učebních textů nejen o fyzice, které prošly pod mýma rukama.

Je mnoho způsobů zpracování daných témat. Dalo by se říci, že co člověk, to i jinak uzpůsobené podání dané skutečnosti. Ale pozor! Na jisté základní, již silně vžitá, vědění se jde dívat různě, ale pro snadnější pochopení, názornost a jednoduché vyjádření je někdy velmi obtížné se neopakovat. Tím se vlastně vytvořilo jen pár druhů formy výkladu učiva.

Samozřejmě, že při psaní učebních textů nebo výroby učebních pomůcek je základním kamenem celé práce cílová skupina, nebo-li pro koho je učební text určen. Jinak budou vypadat výklady fyzikálních problémů pro žáky druhého stupně základní školy, jinak pro středoškolské studenty a jinak pro nás, studenty vysokých škol. Problematika postupuje od základních vědomostí spojených s životem k podrobnějšímu a podrobnějšímu popisu. Čím je čtenář učebního textu starší a vzdělanější (dochází k postupnému většímu zapojování vědomostí i z ostatních školních předmětů či vědních oborů) jde vysvětlování stále hlouběji a snaží se o nastínění, které by čtenáře vedlo k dalšímu zájmu o věc, tím ho i nadále rozvíjelo.

Fyzika autorů Hallidaye, Resnicka a Walkera [1] je podle mého názoru velice dobrou učebnicí fyziky. Podání fyzikálních problémů je na pomezí střední a vysoké školy. **Fyzika** je rozdělena do pěti knih. Každá kniha popisuje určitou část fyziky:

- 1 Mechanika
- 2 Mechanika – Termodynamika
- 3 Elektřina a magnetismus
- 4 Elektromagnetické vlny – Optika – Relativita
- 5 Moderní fyzika

Knihy jsou přehledně rozděleny. Každá kapitola skýtá vysvětlení fyzikálního problému, rady a náměty, aplikace fyziky na příkladech, nakonec přehled, shrnutí, cvičení a úlohy na procvičování. Vše je doplněno pěknými obrázky, pomocí kterých lze problém lépe pochopit.

Fyzika mi pomáhá pochopit fyzikální podstaty a základy přednášených předmětů na MFF UK. Zpracování fyziky v těchto knihách, podle mého názoru, může čtenáři leccos ujasnit a pomoci mu při studiu. Samozřejmě **Fyzika** není učebnice, podle které by stačilo se učit. Slouží pouze jako doplňující studijní materiál. I v této knize jsem hledala inspiraci pro svůj elektronický učební text.

Další knihou, do které jsem nahlížela při psaní učebního textu o mechanice hmotného bodu a která mi v mém studiu také pomohla, byl **Výkladový slovník fyziky pro základní vysokoškolský kurz** (viz [4]). Tato publikace pokrývá základní kurz fyziky na vysokých školách technického zaměření.

Pojmy a fyzikální problémy jsou jasně vysvětleny, nabízí studentům základní věci, ale i podrobnější výklad požadovaného odborného termínu a hledané problematiky. **Výkladový slovník fyziky** je rozčleněn do několika tematických kapitol. Začíná výkladem obecných pojmů ve fyzice, následuje výklad mechaniky, vlnění a akustiky, teorie relativity, dále pokračuje molekulová fyzika, termodynamika a statistická fyzika, elektřina a magnetismus, optika, kvantová fyzika a struktura látek a vše uzavírá astronomie, geofyzika a meteorologie. Tuto publikaci všem vřele doporučuji. Pro mě byl **Výkladový slovník fyziky** velmi přínosným materiálem.

Přínosem pro studium se mohou stát i internetové fyzikální materiály, které lze na internetu najít v nepřeberném množství. Popíši vám zde pár vybraných internetových stránek, které nejsou zaměřeny pouze na fyzikální problematiku. Můžeme v nich najít mnoho zajímavostí také z jiných oborů.

Jedná se o internetové encyklopedie povětšinou v anglickém jazyce. Tyto stránky jsou přehledné, dobře se v nich uživatel orientuje a snadno si vyhledá vysvětlení požadovaného termínu.

Prvním internetový zdroj, který mne zaujal a na kterém jsem hledala pomoc s fyzikálními problémy, byla **Wikipedie** (http://en.wikipedia.org/wiki/classical_mechanics). V anglické verzi pěkně vytvořená encyklopedie, v níž snadno naleznete jasný a stručnější popis hledaných problémů týkajících se nejen fyziky.

Dalším dobrým zdrojem obecných informací, na který jsem při hledání na internetu narazila, je také encyklopedie s názvem **Britannica** (<http://www.britannica.com>). Opět se v ní dají rychle dohledat názorná a srozumitelná vysvětlení pojmů, kterými se právě zabýváte.

Poslední zajímavými internetovými stránkami, které bych zde ráda zmínila, jsou stránky, jejichž název je **Wolfram research** (<http://scienceworld.wolfram.com/physics>). Na těchto stránkách zabývajících se hlavně přírodními vědami (matematikou, fyzikou, chemií...) se mi hledaly požadované informace snad nejlépe. Jsou velmi intuitivně a přehledně uspořádané. Vyhledané vysvětlení pojmu je také postačující.

Na konec této kapitoly bych ještě zmínila jednu dobrou stránku, kterou jsem si na internetu vyhledala. Nese název **Fyzweb** (<http://fyzweb.mff.cuni.cz>). Na stránkách **Fyzwebu** se dá nalézt mnoho zajímavostí z různých oblastí fyziky a samozřejmě také hodně odkazů na další a další internetové zdroje informací.

Kapitola 2

Popis učebního textu

2.1 Koncepce učebního textu

Učební text je rozčleněn do několika částí

- obsah
- základní učební text
- definice, pojmy
- příklady
- výsledky příkladů
- poznámky

a je také doplněn obrázky, které se snaží dokreslit danou problematiku.

Vše je navzájem interaktivně propojeno odkazy, což je pro čtenáře zajímavé a může to vést k většímu zájmu o dané téma a k inspiraci, jak se také dá s učivem pracovat.

V rámci přehlednějšího uspořádání při odkazování jsem veškerý text upravila. Každá část je na zvláštní samostatné stránce. Chtěla jsem tím zabránit nenázornosti odkazů, jelikož lze vytvořit odkaz pouze na celou stránku, ne na určité místo na stránce. Tím se celá práce velmi roztáhla, což tuto verzi činí „prakticky netisknutelnou“. Vypracovaný učební text, jež je nedílnou součástí této práce, je proto prezentován na příloženém CD.

2.2 Příklady stránek aneb jak pracovat s učebním textem?

V této kapitole uvedeme příklady částí učebního textu, z kterých si čtenář může udělat konkrétní představu o tom, co je obsahem textu a snáze nahlédne do jeho uspořádání.

Část obsahu učebního textu.

Podle obsahu se může čtenář orientovat v učebním textu, rychle s ním začít pracovat a vyhledat si teorii, o kterou se zajímá. Z obsahu se dostane přímo na stránky se základním učebním textem, z kterých se přesune kliknutím na nadpis opět zpět do obsahu.

1. Mechanika hmotného bodu

1.1 *Definice*

1.2 *Rozdělení mechaniky hmotného bodu*

2. Kinematika hmotného bodu

2.1 *Hmotný bod*

2.2 *Určení polohy hmotného bodu*

2.2.1 *Parametrický popis pohybu*

2.3 *Rychlost*

2.3.1 *Průměrná rychlost*

2.3.2 *Okamžitá rychlost*

2.4 *Zrychlení*

2.4.1 *Tečné a normálové zrychlení*

Odkaz (tučná kurzíva) posílající na základní učební text

Základní stránka učebního textu.

Tyto základní stránky jsou koncipovány jako stručný přehled učiva týkajícího se hmotného bodu. Čtenář může pouze nahlédnout a urovnat si danou látku nebo se s problematikou více seznámit či si problematiku již starší připomenout. Lze se k nim rychle dostat přes obsah.

2.4.1 Tečné a normálové zrychlení

Zrychlení \vec{a} :

- *tečné zrychlení* \vec{a}_t - složka zrychlení do směru rychlosti

- *normálové zrychlení* \vec{a}_n - složka zrychlení, která je kolmá na směr rychlosti

Zrychlení \vec{a} je součtem tečného \vec{a}_t a normálového zrychlení \vec{a}_n :

$$\vec{a} = \vec{a}_t + \vec{a}_n$$

2.5 Obecné vzorce pro stanovení trajektorie, rychlosti a zrychlení

Zde je uvedeno shrnutí vztahů, pomocí kterých lze úplně popsat pohyb hmotného bodu, tedy určit jeho trajektorii, rychlost a zrychlení

$$\begin{aligned} x &= x(t) \\ (*) y &= y(t), \quad \vec{r} = \vec{r}(t) \quad \text{POZN} \quad \text{PŘ} \\ z &= z(t) \end{aligned}$$

červeně označené odkazy na stránku s definicí, pojmem

modře označený odkaz na poznámku

opět modrý odkaz tentokrát na příklad

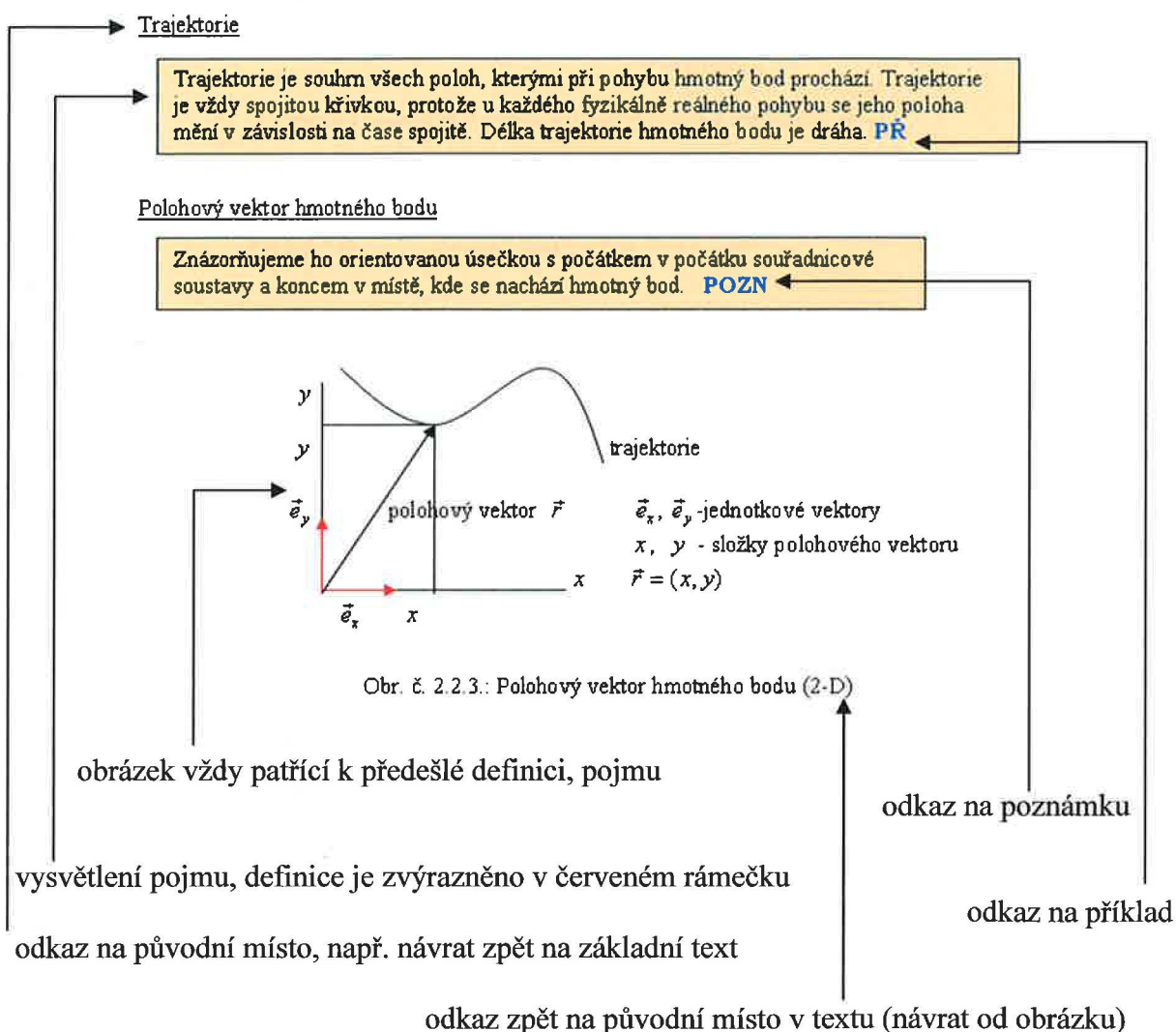
důležité vzorce, věty

každý nadpis v základním učebním textu je odkaz, který vrací zpět do obsahu

Definice a pojmy.

Část nazvaná Definice, pojmy rozvíjí základní text. V každém červeně podbarveném rámečku je rozepsaná definice nebo pojem. Tyto názvy (pojem, definice) nejsou zcela přesné pro konkrétní označení určitého blíže specifikovaného problému. Např., když je v textu rozepsán pojem polohový vektor hmotného bodu, je to spíš vysvětlení tohoto pojmu, než definice. Podle mého názoru je toto velmi specifické a každý má na to jiné citění.

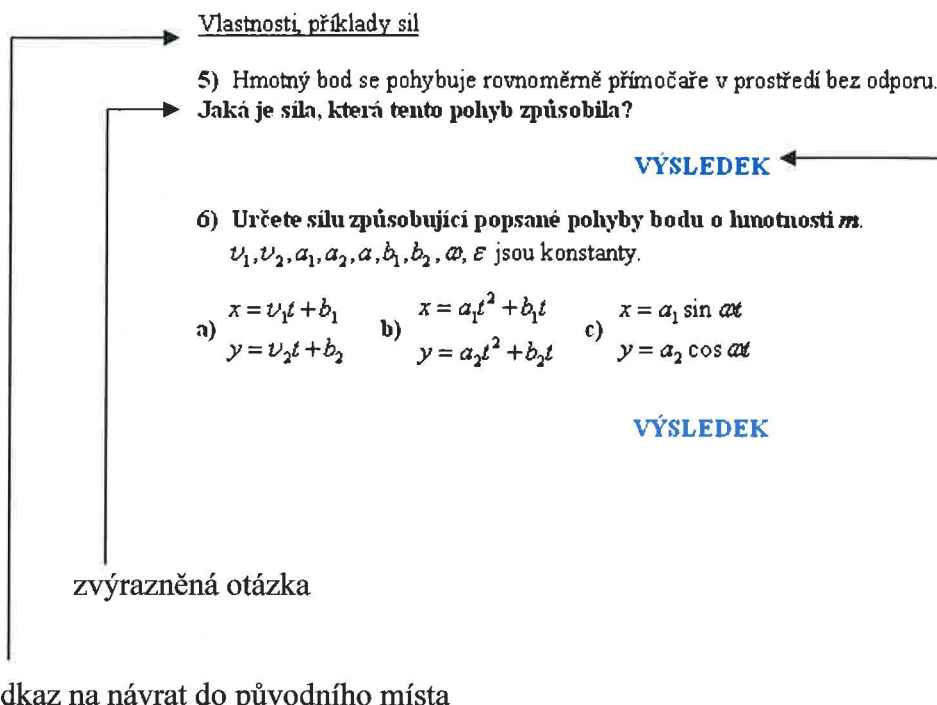
U některých definic, pojmů či vysvětlení je přiložen také obrázek. K obrázku se čtenář dostane přímo ze základního učebního textu či potom u příslušné definice či poznámky. Obrázky se snaží o větší názornost a o lepší představu o situaci.



Příklady.

Příklady jsou v textu zahrnuty pro názornou ukázkou aplikace fyzikálních problémů. Jejich množství je však omezené, neboť by se z učebního textu neměla stát sbírka příkladů.

Otázky u zadání jsou, pro lepší viditelnost, tučně zvýrazněny. Chce-li si student zkontrolovat výsledek příkladu, zvolí pro to odkaz „výsledek“. Pro návrat do textu slouží opět odkaz ve formě názvu příkladu.



Výsledky příkladů.

V této části jsou uvedeny výsledky příkladů. Po zkontrolování výsledků a postupu řešení je možný návrat na zadání příkladu a poté do samotného textu.

Parametrický popis pohybu

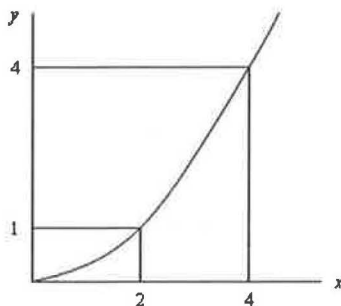
1) Jde o pohyb rovnoměrný. Hmotný bod se pohybuje s nulovým zrychlením a s konstantní rychlostí

Složky rychlosti: $v_x = 3$

$$v_y = 4$$

$$v = \sqrt{v_x^2 + v_y^2} = 5$$

2) Pohyb se koná po parabole o rovnici $y = 1/4 x^2$.



Obr. č. 2.2.2.: Trajektorie o rovnici $y = 1/4 x^2$

výsledek příkladu

odkaz na zadání příkladu

Poznámky.

Již z názvu této části učebního textu je patrné, že se jedná o doplnění, o podrobnější informace k dané části teorie. I v poznámkách lze najít odkazy na příklady, na základní text a na definice či pojmy. U některých poznámek se také nachází obrázek.

Zrychlení

Dosazením $\vec{v} = v_x \vec{e}_x + v_y \vec{e}_y + v_z \vec{e}_z$ do rovnice $\vec{a} = \frac{d\vec{v}}{dt}$ dostaneme

$$\vec{a} = \frac{d}{dt}(v_x \vec{e}_x + v_y \vec{e}_y + v_z \vec{e}_z) = \frac{dv_x}{dt} \vec{e}_x + \frac{dv_y}{dt} \vec{e}_y + \frac{dv_z}{dt} \vec{e}_z.$$

Označíme-li si $a_x = \frac{dv_x}{dt}$, $a_y = \frac{dv_y}{dt}$, $a_z = \frac{dv_z}{dt}$ jako složky vektoru zrychlení \vec{a} , můžeme předchozí rovnici přepsat na tvar

$$\vec{a} = a_x \vec{e}_x + a_y \vec{e}_y + a_z \vec{e}_z.$$

Obecné vzorce pro stanovení dráhy, rychlosti a zrychlení

Tyto parametrické rovnice popisují trajektorii hmotného bodu s uvážením času t (parametr), kdy se v kterém místě dráhy bod nachází. Rovnice $\vec{r} = \vec{r}(t)$ popisuje pohyb bodu zapsáním časového vývoje jeho polohového vektoru \vec{r} . Tvar dráhy hmotného bodu získáme vyloučením parametru t z parametrických rovnic.

Rychlost \vec{v} bodu pohybujícího se po trajektorii (*) stanovíme derivováním rovnic (*) dle času t . Rychlost takto určená je opět funkcí času t .

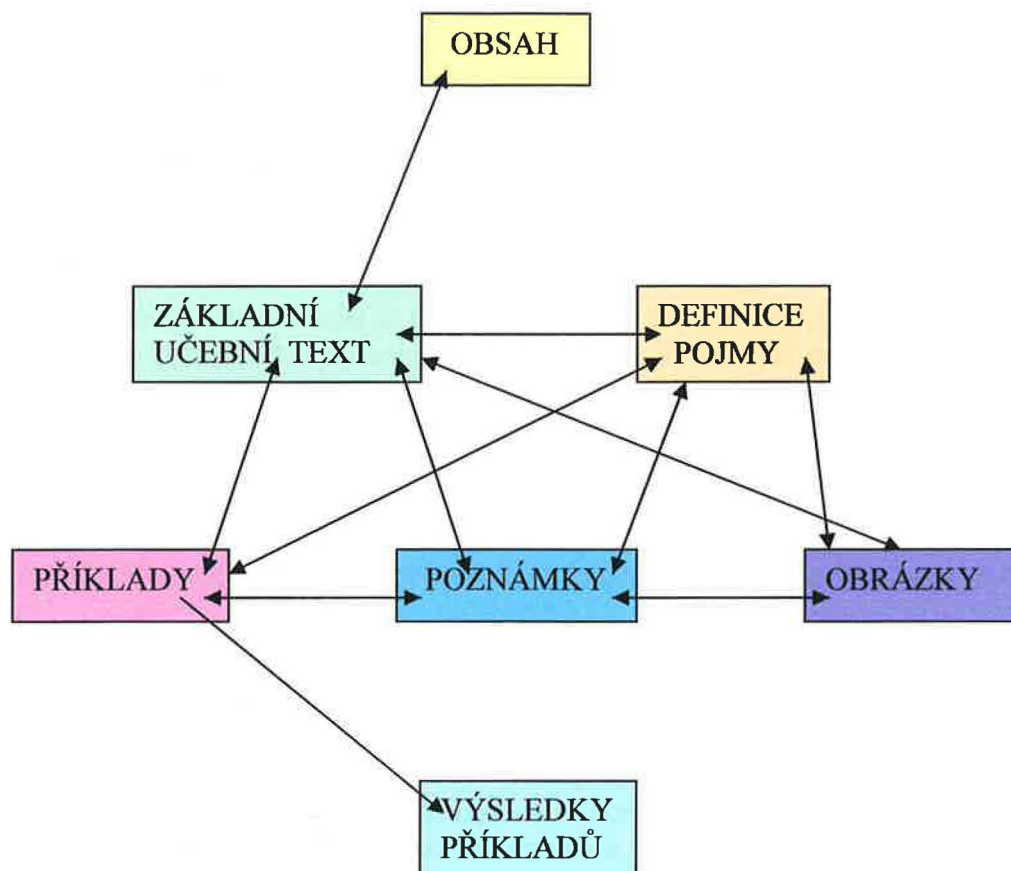
odkaz na příklad

název poznámky odkazuje zpět do textu

poznámka zvýrazněné modrým rámečkem

2.3 Schéma vzájemného propojení jednotlivých částí elektronického učebního textu

Schéma ukazuje, jak je možné se v učebním textu pohybovat. Uvedla jsem ho zde pro lepší orientaci v elektronickém učebním textu a také jako názornou ukázkou vzájemného propojení jednotlivých částí učebního textu.



Kapitola 3

Prostředky použité v učebním textu

Základ učebního textu byl vytvořen v Microsoft Wordu (text i obrázky). V této fázi byly do textu přidávány odkazy. Práce poté, co byla dohotovena, byla převedena do formátu Adobe PDF.

3.1 O programu Adobe Acrobat

Nejprve se jen krátce zmíním o programu Adobe Acrobat PDF (O Microsoft Wordu se podrobněji zmiňovat nebudu, jelikož podle mého mínění tento programem umí většina budoucích čtenářů a studentů ovládat.).


PDF (Portable Dokument Format) je velmi univerzální formát souboru zachovávající písma, obrazy a rozvržení zdrojových dokumentů, vytvořených v celé řadě aplikací (např. Microsoft Word). PDF je spolehlivý pro bezpečné rozšiřování a výměnu elektronických dokumentů a formulářů na celém světě. Soubory Adobe PDF jsou kompaktní a kompletní. Umožňují snadnou navigaci v dokumentech PDF. Tyto soubory může sdílet, prohlížet a tisknout každý uživatel bezplatného softwaru Adobe Reader. Pomocí produktů Adobe Acrobat můžeme převést jakýkoliv dokument do Adobe PDF.

PDF se zavádí, aby se zjednodušila správa dokumentů a omezila závislost na papírech.

3.2 Tvorba odkazů v PDF a Microsoft Wordu

Jelikož v mé práci čtenář najde mnoho odkazů, pokusím se zde stručně nastínit postup vytvoření odkazu ve formátu PDF, ale také i postup výroby odkazů v samotné aplikaci Word, kde jsem nakonec sama odkazy tvořila. Bylo to z zcela praktického důvodu, neboť odkazy vytvořené v programu Word se s celým dokumentem převedly do formátu PDF a nemusela jsem tedy při každé úpravě učebního textu odkazy v PDF tvořit zcela znovu, mohla jsem je pouze ve Wordu opravovat a přizpůsobovat.

V nápovědě PDF lze nalézt návod na vytvoření odkazů pod názvem „vazba“.

- 1) Nejprve přejdeme na místo v dokumentu, kde chceme vazbu vytvořit.
- 2) V kolonce „Nástroje“ uvidíme položku „Další úpravy“, na kterou najedeme a poté klikneme na „Nástroj vazba “. Kurzor se změní v zaměřovací kříž a všechny existující vazby se v dokumentu zviditelní.
- 3) Na požadovaném místě tažením vytvoříme obdélník (hraniční rámeček). Tím vznikne oblast, kde bude vazba aktivní.
- 4) Dále se objeví aktivní dialogové okno „Vytvořit vazbu“. Tam zvolíme požadované nastavení vzhledu vazby (jak má vlastně samotný odkaz v dokumentu vypadat, například barva písma, styl atd.) Osobně jsem si stanovila pár stylů odkazů podle potřeby, například červenou kurzívou odkaz na definice a pojmy

- 5) Pro nastavení samotné akce vazby z nabídky vybereme „Jít na zobrazení stránky“, poté klikneme na „Další“ a nastavíme si velikost a vzhled místa, kde bude konečné místo odkazu.
- 6) Po nastavení klikneme na „Nastavit vazbu“.
- 7) Nyní jsme vazbu již dokončili. Aby se stala aktivní a neviditelná zmáčkneme klávesu „Escape“.

V Microsoft Wordu tuto požadovanou funkci nalezneme pod názvem „*hypertextový odkaz*“. Nejprve si ale musíme vytvořit záložky.

- 1) Zvolíme si text, u kterého chceme mít danou záložku.
- 2) V panelu nástrojů vybereme tlačítko „Vložit“ a pak klikneme na příkaz „Záložka“.
- 3) Do pole „Název záložky“ napíšeme jméno naší záložky. Názvy záložek musí začínat písmeny. Obsahovat mohou i číslice, ale pozor nesmí v nich být MEZERY.
- 4) Nakonec klepneme na tlačítko „Přidat“.

A nyní již následuje postup pro vytvoření odkazů:

- 1) Vybereme si místo, kam chceme při odkazu dojít. Na to místo vložíme *záložku* (postup vložení záložky viz výše), která nám zajistí propojení s místem v našem dokumentu. Pro text v tomto místě použijeme jeden z předdefinovaných stylů aplikace Word nebo si vytvoříme poté styl vlastní.
- 2) Určíme si text nebo objekt, který chceme mít jako hypertextový odkaz.
- 3) Klepneme na tlačítko „Vložit“ a poté na „hypertextový odkaz“.
- 4) Na panelu „Odkaz na“ přejdeme na ikonu „Místo v tomto dokumentu“ a v seznamu vybereme záložku, s kterou má být odkaz propojen.

Závěr

Pro objektivní posouzení, její následné zlepšení a vyzkoušení v praxi jsem dala svou práci na zkoušku několika „dobrovolníkům“. Z jejich názorů jsem si udělala určitý obrázek o funkčnosti a praktičnosti mé bakalářské práce a došla jsem k závěru, že má práce může být přínosem nejenom mně (zopakovala jsem si tematiku hmotného bodu, naučila se mnoho nových věcí spjatých s prací v Microsoft Wordu a Adobe Akrobat, které mi budou v budoucím studiu jistě pomáhat), ale také všem lidem, kterým se dostane můj učební text do rukou.

Dalším velkým plus pro mou práci byla předobhajoba v rámci katedrálního semináře na katedře didaktiky fyziky. Při ní jsem si nejenom vyzkoušela prezentovat svou práci před posluchači (příprava na následnou obhajobu u bakalářské zkoušky), ale také jsem získala nemálo vcelku kladných ohlasů na další menší učební pomůcku, která, jak doufám, bude studentům alespoň trochu ku pomoci. Tento studijní materiál, lze ho nazvat opakovacím, mohou čtenáři použít k opakování před přijímacími zkouškami na vysoké školy, závěrečnými státními zkouškami či před „obyčejnou“ semestrální zkouškou. Svou interaktivní podobou se může opakování stát barevnější, hravější a zábavnější.

Je zřejmé, že má práce vystihla pouze téma týkající se hmotného bodu. Proto by se v započaté práci dalo pokračovat a stejným stylem popisovat mechaniku soustavy hmotných bodů a poté i tuhého tělesa.

Závěrem bych chtěla zhodnotit svou práci. Doufám, že se stane užitečnou pomůckou dalších, po mně přichozích studentů, že bude dobrým přehledem dané problematiky či jednou z ukázek, jak lze zpracovat fyziku zase maličko jinak, snad trochu přijatelněji.

Literatura

- [1] Halliday D., Resnick R., Walker J.: Fyzika. Část 1. Mechanika. VUTIM. Prometheus, Brno, Praha 2000.
- [2] Havránek A.: Klasická mechanika I.. Hmotný bod a tuhé těleso. Karolinum, Praha 2002.
- [3] Košťál K.: Sběrka fyzikálních vzorců a pouček. SNTL, Praha 1970.
- [4] Mechlová E., Košťál K. a kol.: Výkladový slovník fyziky pro základní vysokoškolský kurz fyziky. Prometheus, Praha 2001.
- [5] Návodůda programů Microsoft Word a Adobe Akrobat.
- [6] Uργοšík B.: Fyzika. SNTL, Praha 1987.
- [7] Vlastní poznámky z přednášky Fyzika I. od Leoše Dvořáka.
- [8] http://en.wikipedia.org/wiki/classical_mechanics (Cit. 18.7.2006)
- [9] <http://www.britannica.com> (Cit. 18.7.2006)
- [10] <http://scienceworld.wolfram.com/physics> (Cit. 18.7.2006)
- [11] <http://fyzweb.mff.cuni.cz> (Cit. 18.7.2006)