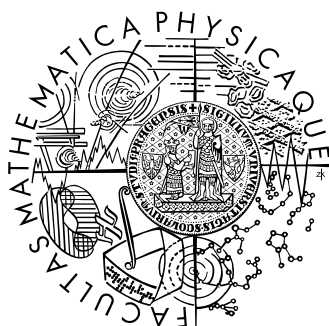


Univerzita Karlova v Praze
Matematicko-fyzikální fakulta
BAKALÁŘSKÁ PRÁCE



Markéta Popová

Řešené úlohy z elektřiny a magnetismu – magnetické pole

Katedra didaktiky fyziky

Vedoucí bakalářské práce: RNDr. Zdeňka Broklová

Studijní program: Fyzika, Fyzika zaměřená na vzdělávání

2008

Na tomto místě bych chtěla poděkovat vedoucí své bakalářské práce RNDr. Zdeňce Broklové za cenné připomínky a rady, trpělivost a odbornou pomoc při zpracování této bakalářské práce.

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

V Praze dne 29. 5. 2008

Markéta Popová

Obsah

Úvod	5
1 Přehled stávajících sbírek	6
2 Základní charakteristika elektronické sbírky řešených úloh z fyziky	10
2.1 Struktura úloh	11
2.2 Technické řešení sbírky	13
3 Příprava řešených úloh	15
3.1 Charakteristika tématu Magnetické pole	15
3.2 Přehled vytvořených úloh	17
Závěr	22
Seznam literatury	23
Příloha.....	24

Název práce: *Řešené úlohy z elektřiny a magnetismu – magnetické pole*

Autorka: *Markéta Popová*

Katedra (ústav): *Katedra didaktiky fyziky*

Vedoucí bakalářské práce: *RNDr. Zdeňka Broklová*

e-mail vedoucího: zdenka.broklova@mff.cuni.cz

Abstrakt: V rámci bakalářské práce jsem prostudovala sbírky úloh z fyziky nejčastěji používané ve výuce na středních školách, popřípadě v základních kurzech fyziky na vysokých školách, se zaměřením na kapitoly týkající se magnetického pole.

Hlavním cílem bakalářské práce bylo vytvoření strukturovaných úloh z kapitoly *Magnetické pole*, které jsou zveřejněny v rámci Elektronické sbírky řešených úloh z fyziky. Každá úloha obsahuje nápovědu, rozbor, podrobné řešení, výpočet a obvykle je doplněna názornými obrázky. Podrobná řešení mají pomoci čtenáři při samostudiu a vést ho k přemýšlení nad zadanými problémy.

Ve sbírce jsou zařazeny převážně obtížnější středoškolské úlohy, které mohou posloužit jako příprava k maturitě nebo k přijímacím zkouškám z fyziky na vysokou školu, ale také několik základních úloh středoškolských a úlohy s vysokoškolskou obtížností.

Klíčová slova: strukturované úlohy, magnetické pole, elektronická sbírka

Title: *Solved Problems in Electromagnetism – Magnetic Field*

Author: *Markéta Popová*

Department: *Department of Physics Education*

Supervisor: *Zdeňka Broklová*

Supervisor's e-mail address: zdenka.broklova@mff.cuni.cz

Abstract: Within my bachelor thesis I studied up collections of problems in physics (focusing on the chapter “Magnetic field”) which are used most commonly at high schools or in basic courses at technical universities.

Main goal of my thesis was to create structured solved problems from the chapter “Magnetic field” which are published in the Electronic collection of solved problems in physics on the web pages of the Department of Physics Education. Each problem contains hints, problem analysis, particular solution and numerical computation and is usually supported by pictures.

Detailed described solutions should help the reader with individual studying and lead him to think about the physics’ problems.

In the collection mainly more sophisticated problems are included, but also a few of basic tasks with elementary or high school difficulty are shown. These may be helpful for students as a preparation for school leaving exams or for technical university entrance exams in physics.

Keywords: structured solved problems, magnetic field, electronic collections

Úvod

Hlavním cílem této bakalářské práce bylo vytvořit soubor strukturovaných úloh do Elektronické sbírky řešených úloh z fyziky, která je veřejnosti přístupná na webové adrese: <http://kdf.mff.cuni.cz/vyuka/sbirka/elmag/index.php>. Cílem bylo naplnit kapitolu Magnetické pole z tématu Elektřina a magnetismus. Pokud možno, měly by úlohy pokrýt veškerá témata, která do této kapitoly patří, a zahrnovat úlohy typické, ale i netradiční.

Téma této bakalářské práce jsem si vybrala ze dvou důvodů. Prvním důvodem bylo, že řešené a podrobně komentované úlohy v elektronické sbírce pomohou dalším studentům při studiu a bakalářská práce tedy „nebude pouhým textem, který se založí do knihovny“. Dalším důvodem byla skutečnost, že jsem si chtěla jako budoucí učitelka vyzkoušet, jak je obtížné danou látku podrobně rozebrat a krok po kroku vysvětlit tak, aby ji studenti co nejlépe pochopili.

Bakalářská práce je rozdělena do tří kapitol. V první kapitole jsou popsány sbírky úloh, které jsem prostudovala a ze kterých jsem čerpala inspiraci na úlohy pro svoji bakalářskou práci. V další kapitole je uveden stručný popis elektronické sbírky, struktura úloh a technické řešení sbírky. Kapitola třetí se zabývá stručnou charakteristikou tématu *Magnetické pole*. Zmiňuji zde, jak probíhala práce na vytváření strukturovaných úloh a uvádím přehled úloh vytvořených v rámci této práce.

Příloha práce obsahuje 5 vybraných úloh.

Kapitola 1

Přehled stávajících sbírek

Před vlastním výběrem úloh do elektronické sbírky, jsem se seznámila se sbírkami úloh z fyziky nejčastěji používaných na středních a vysokých školách. Zde uvádím jejich přehled.

Oldřich Lepil a kol., Fyzika – sbírka úloh pro střední školy [1]

Sbírka obsahuje příklady z celé fyziky. Ke kapitole Magnetické pole najdeme ve sbírce přibližně 70 úloh, které jsou členěny do menších tematických celků (magnetické pole vodiče s proudem, vzájemné působení vodičů s proudem atd.)

V každém menším celku je jedna vzorová úloha, která je podrobně vyřešena s komentářem. Výsledky ostatních úloh jsou otištěny v zadní části knihy. Pro jednodušší úlohy jsou zde uvedeny pouze číselné hodnoty, u složitějších úloh je naznačen postup řešení. Ve sbírce jsou úlohy s různou obtížností, od nejjednodušších, ve kterých jde o použití základních vzorečků, po ty obtížnější, které vyžadují hlubší znalosti i z jiných oblastí fyziky.

Karel Bartuška, Sbíрка řešených úloh z fyziky pro střední školy [2]

Třetí díl Sbířky řešených úloh z fyziky pro střední školy obsahuje vyřešené fyzikální úlohy z elektřiny a magnetismu. Sbířka je členěna do tematických celků. Já jsem pečlivěji prostudovala kapitoly o stacionárním a nestacionárním magnetickém poli, jelikož je na ně zaměřena tato bakalářská práce.

Na začátku každé kapitoly je krátké shrnutí učiva doplněné základními vzorci. Pak jsou zařazeny samotné úlohy. Ze začátku jsou zpravidla uvedeny základní typy úloh, ke konci kapitoly úlohy obtížnější. Všechny úlohy mají stejnou strukturu: zadání úlohy, pod ním vypsané veličiny z textu, které jsou většinou převedeny na základní jednotky, pak následuje řešení úlohy.

Na sbírce se mi líbilo, že se úloha rozebírá nejdříve slovně, pak je vyjádřeno obecné řešení a nakonec se dosadí číselné hodnoty. Úloha je zakončena slovní odpovědí na položenou otázku.

Bedřich Sedlák a kol., Příklady z elektřiny a magnetismu, [3]

Sbírka příkladů je určena především posluchačům Matematicko-fyzikální fakulty Univerzity Karlovy. Výběr příkladů je volen tak, aby sloužil hlavně jako studijní pomůcka k přednášce zařazené do letního semestru prvního ročníku. Větší část příkladů zařazených ve skriptu tvoří jednoduché úlohy, které se běžně počítají na cvičeních. Jsou zde však zařazeny i některé obtížnější úlohy.

Text skriptu je rozdělen na dvě části. První část obsahuje zadání úloh, ve druhé jsou uvedeny výsledky, způsob řešení, respektive návody k řešení. Příklady jsou seřazeny tak, aby po sobě následovaly úlohy s podobnou tematikou nebo s podobnou metodou řešení. Pro první ze skupiny podobných příkladů je vždy uveden podrobnější návod, u těžších příkladů celé řešení. Další úlohy pak mají podle stupně obtížnosti uveden buď jen výsledek nebo stručný návod.

Kapitola Magnetismus je ve skriptu rozdělena do 6 podkapitol, z nichž každá obsahuje přibližně 10 úloh.

D. Halliday, R. Resnick, J. Walker, Fyzika – Elektřina a magnetismus [4]

Nejedná se o klasickou sbírku úloh z fyziky, ale o moderně zpracovanou učebnici vhodnou pro základní kurz fyziky na vysokých školách. Přestože se jedná o učebnici fyziky, obsahuje velké množství úloh. Proto jsem ji zařadila do tohoto přehledu sbírek

Text učebnice je dobře srozumitelný a umožňuje pochopení jevů a zákonitostí. Výklad motivuje čtenáře ke studiu. V učebnici je uvedena i řada praktických aplikací odrážejících současný stav poznání a technologií.

Struktura všech kapitol je stejná: fotografie na začátku kapitoly prezentuje vždy nějaký problém ze všedního života, který dokáže vysvětlit právě fyzika z této kapitoly. Výklad, ilustrovaný barevnými schémata, náčrtky i fotografiemi, je použit nejenom

v textu, ale i v podrobně řešených vzorových příkladech. Po nich následuje krátká kontrolní úloha, jejíž vyřešení (výsledek je na konci knihy) ujistí čtenáře, že látku pochopil správně a že může pokračovat dalším článkem. Po heslovitém shrnutí obsahu kapitoly následují otázky, příklady, a úkoly z celé kapitoly. Výsledky některých úloh jsou uvedeny v závěru knihy.

Knihy obsahuje několik dodatků, kde nalezneme například obtížnější matematické vzorce, převodní koeficienty mezi jednotkami, některá astronomická data, základní fyzikální konstanty, vlastnosti prvků a mnoho dalších, pro fyziku užitečných věcí.

V učebnici jsou 3 kapitoly zabývající se tématem magnetické pole. Každá kapitola obsahuje 70 až 100 úloh, které jsou podle jednotlivých podtémat rozděleny do podkapitol. Toto třídění usnadňuje orientaci při výběru úlohy k danému fyzikálnímu okruhu.

Miroslav Kružík, Sbíрка úloh z fyziky pro žáky středních škol [5]

Tato starší sbírka úloh z fyziky byla určena studentům středních škol. Uspořádání úloh se shoduje s tématy nynějších učebnic pro gymnázia. Na začátku tématu jsou obvykle uvedeny vyřešené příklady se stručným přehledem základních fyzikálních zákonů, které mají usnadnit samostatné řešení dalších úloh s obdobnou tematikou. Úlohy méně snadné jsou označeny tečkou a úlohy obtížnější dvěma tečkami. U obtížnějších úloh je ve výsledcích naznačen postup řešení.

Ve sbírce se nacházejí dvě kapitoly zabývající se magnetickým polem: kapitola Magnetické pole a kapitola Elektromagnetická indukce. Obě kapitoly obsahují přibližně 30 základních úloh, které nejsou dále rozřazeny do podkapitol.

Věra Miklasová, Sbíрка úloh z fyziky pro SOŠ a SOU [6]

Sbíрка je vhodná především pro školy technického zaměření, SOŠ a SOU. Výběr úloh je orientován na běžně fyzikální poznatky ze života nebo odborné praxe. Úlohy se stupňují od nejjednodušších ke složitějším. Opakují se i úlohy stejného typu, aby měl žák dostatek příležitostí k procvičení. Náročnější úlohy jsou označeny hvězdičkou. Zadáání úloh předpokládá nalezení chybějících údajů v matematicko-fyzikálních tabulkách. V textu se občas vyskytují nadbytečné údaje. Ve sbírce jsou některé vzorové úlohy vyřešeny, u obtížnějších úloh je ve výsledcích uváděno i obecné řešení.

Kapitola Magnetické pole obsahuje přibližně 80 úloh a je rozdělena do 4 podkapitol (Magnetické vlastnosti látek, Magnetické pole vodiče s proudem, Elektromagnetická indukce, Indukčnost vodiče).

Po prostudování uvedených sbírek jsem si udělala představu, jaké typy úloh se vyskytují v kapitole Magnetické pole. Chtěla jsem se také seznámit se sbírkami úloh z fyziky dostupných na internetu. Bohužel jsem ale vhodných sbírek, obsahující téma Magnetické pole, našla jen málo. Na tomto místě bych zmínila pouze jednu z nich, a to sbírku příkladů z fyziky z VŠCHT [7], která mě zaujala svojí přehledností, výběrem příkladů a podrobným řešením jednotlivých úloh. Z kapitoly Magnetické pole sbírka obsahuje 16 vysokoškolských úloh.

Náměty na úlohy pro svou bakalářskou práci jsem vybírala pouze z tištěných sbírek, které jsem uvedla v tomto přehledu.

Kapitola 2

Základní charakteristika elektronické sbírky řešených úloh z fyziky

V minulých letech vznikalo na Katedře didaktiky fyziky MFF UK v Praze v rámci studentských prací několik sbírek řešených úloh. Sbírkové ale byly buď pouze v tištěné podobě [8], a tak se jen velmi obtížně dostávaly mezi potenciální zájemce, nebo v podobě elektronické [9], která je ale dnes již zastaralá a neodpovídá současným požadavkům.

Sbírka řešených úloh, která je vyvíjena na KDF MFF UK a jejíž součástí jsou i úlohy vytvořené v rámci této práce, vzniká v elektronické podobě s využitím současných webových technologií a všem zájemcům je dostupná na internetové adrese <http://kdf.mff.cuni.cz/vyuka/sbirka/elmag/index.php>.

Sbírka je v současné době rozdělena do 3 témat – Mechanika, Elektřina a magnetismus a Kvantová mechanika. Každé z témat je rozděleno na několik kapitol. Téma Elektřina a magnetismus je rozděleno na následující kapitoly:

- Elektrostatika
- Stejnoseměrný elektrický proud
- Magnetické pole
- Obvody se střídavými proudy
- Elektromagnetické pole

Tyto kapitoly se později (až budou obsahovat více úloh) budou dále členit na podkapitoly.

V loňském roce byly zveřejněny úlohy v kapitolách Elektrostatika a Stejnsměrný elektrický proud, které byly připraveny v rámci bakalářských prací Lenky Matějčkové [10] a Marie Snětinové [11]. Úlohy pro kapitolu Magnetické pole jsou zpracovány v rámci této bakalářské práce a úlohy pro kapitolu Obvody se střídavými proudy jsou připravovány v rámci bakalářské práce Michaly Pfeřčkové [12].

Na úlohách z Mechaniky a Kvantové mechaniky se pracuje v rámci dalších bakalářských prací a budou zveřejněny v nejbližší době. V budoucnosti je možné celou sbírku rozšířit i o další témata.

Každá z úloh je opatřena výstižným názvem, který by měl úlohu co nejlépe charakterizovat. Dále je každá úloha označena jednou ze zkratk **ZŠ**, **SŠ**, **SŠ++**, **VŠ**. Tyto zkratky slouží k rozdělení úloh do kategorií podle náročnosti a zlepšují orientaci ve sbírce. Je-li úloha zvládnutelná žáky základních škol je zařazena do kategorie **ZŠ**. Je-li určena pro studenty střední škol, patří do kategorie **SŠ**. Jedná-li se o těžší středoškolskou úlohu nebo úlohu z fyzikální olympiády označujeme ji zkratkou **SŠ++**. A nakonec vysokoškolské úlohy (využívající derivace a integrály) jsou zařazeny v kategorii **VŠ**. Pokud se úloha řeší neobvyklým způsobem, může být zařazena do jedné ze speciálních kategorií – úloha řešená graficky, úvahová úloha, komplexní úloha a úloha řešená neobvyklým trikem.

2.1 Struktura úloh

Každá úloha je rozdělena do několika oddílů, z nichž některé jsou povinné a některé zadavatel úlohy zařazuje podle typu úlohy. Jejich pořadí není pevně dáno. Některé oddíly se mohou v úloze vyskytovat vícekrát.

Následuje popis jednotlivých oddílů s označením, zda se jedná o oddíl povinný nebo nepovinný:

Název úlohy (povinný oddíl)

Název obsahuje každá úloha, a i když je stručný, měl by ji co nejvíce charakterizovat, popřípadě by měl k výpočtu zájemce nalákat.

Zadání úlohy (povinný oddíl)

Většinou se jedná o upravené zadání úlohy ze současných sbírek. Text zadání by měl být co nejsrozumitelnější, aby čtenář přesně věděl, co je jeho úkolem při řešení dané úlohy. V zadání úlohy se vyhýbáme označování veličin písmeny. Například uvádíme, že proud v obvodu je 10 A, místo proud v obvodu je $I = 10$ A. Naším cílem je učit čtenáře nad úlohou přemýšlet, a ne pouze veličiny mechanicky dosadit do vzorce a nad zadáním hlouběji nepřemýšlet.

Nápověda (nepovinný oddíl)

Nápověda je doporučená část úlohy. K vyřešení úlohy není nutná, ale protože našim cílem je čtenáři pomoci řešit úlohy samostatně, snažíme se ji k úlohám zařazovat. Do Nápovědy většinou uvádíme, podle jakých fyzikálních zákonů se úloha řeší, čím lze v úloze začít, nebo co je v zápise to podstatné. Do Nápovědy obvykle nepíšeme vzorce a snažíme se, aby nápovědy byly krátké a výstižné.

Řešení nápovědy (nepovinný oddíl)

Řešení nápovědy se vyskytuje převážně u úloh z mechaniky a podrobně se v něm rozebírá, co bylo v nápovědě řečeno.

Rozbor (nepovinný oddíl)

V oddíle Rozbor je slovně popsáno řešení úlohy, vysvětlen myšlenkový postup řešení a fyzikální podstata úlohy. Rozbor by měl čtenáři pomoci úlohu pochopit a fyzikálně nad ní přemýšlet.

Řešení (povinný oddíl)

Řešení bývá většinou nejdelší částí úlohy a často je rozděleno do několika samostatných oddílů. Vlastní matematické řešení úlohy je podrobně komentováno. Snažíme se, aby úloha byla vysvětlena krok po kroku a také každá složitější operace při úpravě výrazu byla okomentována.

Zápis a číselné vyjádření (nepovinný oddíl)

Ve skutečnosti jde o část řešení, ve které se vypíší hodnoty ze zadání a dosadí se do vztahu odvozeného v části Řešení.

Odpověď (povinný oddíl)

Jako poslední povinná část úlohy je Odpověď, ve které je slovně shrnutý výsledek úlohy. Nachází se zde odpověď na otázky ze zadání. Tato část by měla sloužit k rychlé kontrole těm čtenářům, kteří se pustili do samostatného řešení.

Komentář (nepovinný oddíl)

Tento nepovinný oddíl se vyskytuje převážně u úloh, kde zadavatel chce uvést nějakou zajímavost, jiný způsob řešení, popřípadě odvodit nějaký složitější použitý vztah.

Odkaz (nepovinný oddíl)

Tato část se používá, pokud chceme odkázat na podobnou úlohu ve sbírce a jednotlivé úlohy tak provázat.

2.2 Technické řešení sbírky

Vlastní realizace technického řešení sbírky nebyla součástí této bakalářské práce, ale pro úplnost zde stručně uvádím její základní parametry.

Webové rozhraní sbírky úloh je naprogramováno v PHP4 a je rozděleno na dvě části:

- 1) administrátorské, které je neveřejné a slouží k zadávání příkladů do databáze sbírky,
- 2) uživatelské, které slouží k práci se sbírkou.

Text úloh je psán v jazyce, který vychází z XHTML a je obohacen o několik speciálních tagů, například pro vkládání vzorců ve formátu LaTeX. Obrázky jsou kres-

leny v programu CorelDraw nebo jiném vhodném vektorovém grafickém editoru a vkládají se pomocí administrátorského rozhraní na server (mimo databázi). Vloženy jsou vždy dva typy souborů, zdrojový soubor ve vektorovém formátu, který slouží pro pozdější úpravy, a obrázek ve formátu PNG, který webový prohlížeč dokáže zobrazit. Součástí administrátorského rozhraní sbírky jsou také nápovědy „Jak psát text“ a „Jak psát vzorce v LaTeXu“

Kapitola 3

Příprava řešených úloh

Hlavním úkolem této bakalářské práce bylo vytvořit soubor podrobně řešených úloh pro kapitolu Magnetické pole do elektronické sbírky. Prvním krokem bylo pečlivé prostudování jednotlivých témat, které se vyučují na střední a vysoké škole. Cílem bylo zjistit, jak podrobně se jednotlivé kapitoly na těchto školách probírají a v čem se liší vysokoškolské učivo od středoškolského.

3.1 Charakteristika tématu Magnetické pole

Vzhledem k obsáhlosti tématu je výuce magnetického pole na středních školách věnováno poměrně mnoho času. Středoškolská učebnice Fyzika pro gymnázia [13]. Obsahuje dvě kapitoly věnované magnetickému poli: Stacionární magnetické pole a Nestacionární magnetické pole. Uvádím zde přehled jejich jednotlivých podkapitol:

Kapitola Stacionární magnetické pole

1. Magnetické pole vodiče s proudem
2. Magnetická síla
3. Magnetická indukce
4. Magnetické pole rovnoběžných vodičů s proudem
5. Magnetické pole cívky
6. Částice v magnetickém poli
7. Magnetické vlastnosti látek
8. Magnetické materiály v technické praxi

Kapitola Nestacionární magnetické pole

1. Elektromagnetická indukce
2. Magnetický indukční tok
3. Faradayův zákon elektromagnetické indukce
4. Indukovaný proud
5. Vlastní indukce
6. Přechodový děj

Při výběru úloh jsem se soustředila převážně na kapitoly, ve kterých je uváděno větší množství početních úloh.

V základním kurzu fyziky na vysokých školách se témata ze středoškolského učiva více prohlubují a při matematické formulaci jednotlivých zákonů se využívají znalosti vektorového součinu, diferenciálního a integrálního počtu a další pokročilejší způsoby zápisu. Z nových témat, která se na středních školách nevyučují jsou to například: Ampérův zákon, Biotův-Savartův zákon a vztahy z nich odvozené, které si již studenti vysokých škol mohou sami odvodit. Na rozdíl od studentů na středních školách, kteří se se vztahy pouze seznamují, protože na jejich odvození je třeba matematika, kterou ještě neznají.

Úlohy jsou zařazeny podle obtížnosti do kategorií. Řešení úlohy předpokládající znalost základního středoškolského učiva jsou v kategorii SŠ. Úlohy obsahující rozšiřující středoškolské učivo, které podle učebnice Fyzika pro gymnázia [1] je:

- Ampérův zákon
- odvození vztahu pro velikost magnetické indukce magnetického pole solenoidu
- odvození poloměru trajektorie částice v magnetickém poli
- odvození zákona elektromagnetické indukce,

jsou zařazeny do kategorie SŠ⁺⁺. Do této kategorie jsou také zařazeny úlohy, které sice rozšiřující středoškolské učivo neobsahují, ale jsou komplikovanější.

Úlohy vyžadující znalost diferenciálního a integrálního počtu a znalost Ampérova a Biotova-Savarta zákona jsou zařazeny do kategorie VŠ.

3.2 Přehled vytvořených úloh

Po prostudování celého tématu a analýze dostupných sbírek, následoval vlastní výběr úloh. Při jejich výběru jsem se snažila, abych co nejlépe téma Magnetické pole pokryla. Ze středoškolských úloh jsem volila spíše obtížnější úlohy, ve kterých je obsažena látka z několika kapitol. Z vysokoškolských jsem naopak vybírala úlohy jednodušší, aby je mohli po nápovědě vypočítat i nadanější středoškolští studenti.

Zvolené úlohy pro svou bakalářskou práci jsem vybírala ze sbírek [1-4]. Úlohy v těchto sbírkách se mi zdály pro stanovenou obtížnost úloh do elektronické sbírky nevhodnější. Navíc jsem většinu úloh ze středoškolských sbírek již znala ze studia na střední škole. Uvádím zde krátké shrnutí, jaké úlohy jsem z daných sbírek vybírala, co mě na dané sbírce zaujalo a co jsem naopak při výběru postrádala.

Oldřich Lepil a kol., Fyzika – sbírka úloh pro střední školy [1]

Jelikož se jedná o sbírku s větším množstvím příkladů k danému tématu, obsahuje jak velmi lehké, tak složitější úlohy. Při výběru úloh do elektronické sbírky jsem se snažila vybrat z této sbírky úlohy co nejobtížnější.

Karel Bartuška, Sbírka řešených úloh z fyziky pro střední školy [2]

Podrobným rozebíráním úlohy jsem se inspirovala při vytváření komentovaných řešení v elektronické sbírce. Do svého výběru úloh jsem použila pouze jeden příklad, do jehož řešení jsem vytvořila vlastní komentáře.

Bedřich Sedlák a kol., Příklady z elektřiny a magnetismu [3]

Úlohy, které jsem vybírala z těchto skript, byly převážně úlohy počítané na cvičení v rámci předmětu Fyzika II v prvním ročníku na MFF UK. Volila jsem tak proto, že jejich obtížnost se mi zdála přiměřená a podrobné řešení může pomoci studentům při výpočtu podobných úloh v dalších letech.

D. Halliday, R. Resnick, J. Walker, Fyzika – Elektřina a magnetismus [4]

Přestože je tato učebnice dobře zpracovaná a její textová část je srozumitelná, vlastní texty úloh jsem velmi často přeformulovala, protože nebylo vždy jasné, co má čtenář vlastně počítat. Další drobný problém se vyskytl při kontrole vypočtených úloh, neboť výsledky jsou v této publikaci uváděny pouze u lichých úloh.

Po výběru vhodných úloh jsem je začala řešit a vymýšlet k nim jednotlivé oddíly. Zadání úloh byla často upravována nebo přeformulována, aby byla pro řešitele srozumitelnější a přehlednější. Každá úloha obsahuje několik oddílů, které jsou popsány v druhé kapitole této práce. Většina úloh je doplněna alespoň jedním názorným obrázkem, který by měl pomoci při řešení.

V současné době je ve sbírce v kapitole Magnetické pole zveřejněno 18 řešených strukturovaných úloh včetně jejich obrázků vytvořených v rámci této práce.

Dále uvádím přehled úloh se stručným popisem včetně jejich zařazení do podkapitol v používané středoškolské učebnici či témat vysokoškolských (viz předchozí část této kapitoly). V závorce za názvem úlohy je uvedeno její zařazení do kategorie podle obtížnosti a sbírka, ze které byla úloha přejata nebo kterou jsem se nechala inspirovat.

I. Stacionární magnetické pole

I.1 Silové působení magnetického pole na vodič s proudem

Vodič v magnetickém poli (SŠ, [1]) – Úloha na výpočet magnetické síly působící na vodič s proudem s využitím Flemingova pravidla levé ruky.

I.2 Magnetické pole vodičů s proudem

Biotův-Savartův zákon (VŠ, [4]) – Úloha, ve které se z Biotova-Savartova zákona odvozují vztahy pro velikost magnetické indukce ve středu kruhového vodiče a v okolí přímého vodiče s proudem.

Magnetické pole vodičů s proudem (SŠ++, [4]) – Úloha na určení velikosti magnetické indukce ve středu různě zakřivených vodičů s proudem.

I.3 Vzájemné silové působení rovnoběžných vodičů s proudem

Tři rovnoběžné vodiče s proudem (SŠ, [2]) – Často se vyskytující úloha na vzájemné silové působení tří vodičů, kterými protékají stejně velké, ale různě orientované proudy.

Dva rovnoběžné vodiče s proudem (SŠ, [4]) – Úloha, ve které je úkolem určit směr a velikost proudu, který musí téci vodičem, aby magnetické pole v daném místě bylo nulové.

I.4 Ampérův zákon

Dutý válcový vodič (VŠ, [4]) – Úloha na využití Ampérova zákona při výpočtu magnetické indukce dutého válcového vodiče.

I.5 Částice s nábojem v magnetickém poli

Proton a α částice v homogenním magnetickém poli (SŠ++, [1]) – Úloha na porovnávání trajektorií protonu a α částice v magnetickém poli při stejné rychlosti nebo energii.

Urychlený elektron v televizi (SŠ++, [1]) – Úloha, ve které si řešitel musí uvědomit nejen, jaké síly působí na částici v magnetickém poli a jaká bude její trajektorie, ale pro výpočet úlohy musí určit i energii a rychlost částice.

Pohyb částice po kružnici v homogenním magnetickém poli (SŠ++, [4]) – Úloha, ve které kromě výpočtu rychlosti částice v magnetickém poli, je úkolem vypočítat i periodu jednoho oběhu částice, určit její kinetickou energii a napětí, kterým musí být urychlena, aby této energie dosáhla.

I.6 Magnetické pole cívky

Magnetické pole solenoidu s vodičem (SŠ++, [4]) – Geometricky orientovaná úloha, ve které se určuje vzdálenost od osy solenoidu tak, aby výsledná magnetická indukce, složená z magnetických indukcí od vodiče a solenoidu, svírala v tomto místě s osou vodiče daný úhel..

II. Nestacionární magnetické pole

II. 1 Magnetický indukční tok

Magnetický tok čtvercem (VŠ, [3]) – Výpočet magnetického indukčního toku čtverce pomocí integrace.

II.2 Elektromagnetická indukce

Pohybující se vodič v magnetickém poli (SŠ, [1]) – Výpočet indukovaného napětí v závislosti na směru pohybu vodiče v magnetickém poli.

Smyčka vzdalující se od vodiče (SŠ++, [3]) – Výpočet indukovaného napětí ve smyčce, která se rovnoměrně vzdaluje od vodiče s proudem. Uvádím dvě, stejně obtížné, verze řešení.

Indukované napětí při otáčení kruhové smyčky (SŠ++, [4]) – Ve vodivé smyčce v magnetickém poli se při změně náklonu smyčky vůči indukčním čarám indukuje napětí. Úkolem je vyjádřit průměrné napětí, které se ve smyčce indukuje. Uvádím zde dvě verze řešení. Jednodušší, ve které se určuje pouze průměrné napětí ve smyčce pomocí počáteční a koncové polohy. A obtížnější variantu, ve které se určuje průběh indukovaného napětí při rovnoměrném otáčení.

II.3 Vlastní indukce

Vlastní indukce solenoidu (SŠ++, [4]) – Úloha, ve které se odvozuje indukčnosti solenoidu. Dalším úkolem je pomocí odvozeného vztahu pro indukčnost určit velikost elektromotorického napětí solenoidu.

Indukčnost cívky (SŠ, [1]) – Úloha na výpočet indukčnosti a počtu závitů cívky, kterou protéká proud.

II.4 Energie magnetického pole

Energie a výkon magnetického pole cívky (VŠ, [3]) – Úloha, ve které je úkolem určit výkon, se kterým se hromadí energie v magnetickém poli, uvolňuje Joulovo teplo na cívce a odebírá energii ze zdroje. Pro určení průběhu proudu, který prochází obvodem je třeba sestavit pomocí Kirchhoffova zákona a následně vyřešit diferenciální rovnici.

II.5 Moment síly působící na cívku s proudem

Výpočet silového momentu působícího na cívku vzhledem k její ose otáčení (VŠ, [4]) – Jedná se o úlohu, ve které je úkolem určit velikost a směr silového momentu působícího na cívku v magnetickém poli vzhledem k její ose otáčení. Uvádím jak středoškolské řešení pomocí momentu sil, tak vysokoškolské řešení pomocí magnetického momentu cívky.

Závěr

Výsledkem této bakalářské práce je 18 podrobně řešených úloh z kapitoly Magnetické pole zveřejněných v elektronické sbírce řešených úloh z fyziky na webové adrese: <http://kdf.mff.cuni.cz/vyuka/sbirka/elmag/index.php>.

K těmto úlohám jsem vypracovala nápovědy, rozборы, komentovaná řešení, výsledky a u některých úloh i komentáře. K úlohám jsem také vytvořila názorné obrázky.

Do sbírky jsem vybrala převážně obtížnější středoškolské úlohy, které by svým kompletním řešením měli pomoci studentům při přípravě k maturitě, k přijímacím zkouškám z fyziky na vysoké školy. Jako opakování látky v 1. ročníku vysokých škol technického směru je zde zařazeno několik vysokoškolských úloh.

Při vytváření sbírky jsem si zopakovala kapitolu Magnetické pole a oživila si středoškolskou fyziku. Při psaní komentovaných řešení jsem si vyzkoušela, jak nesnadné je danou látku detailně vysvětlit, aby byla co nejlépe pochopitelná. Tato zkušenost pro mě byla velkým přínosem.

Vytváření této bakalářské práce nebylo jen psaní textu, ale také tvůrčí činnost, při které jsem se naučila pracovat s novými počítačovými programy.

Literatura

- [1] Lepil O. a kol. (1995): FYZIKA: SBÍRKA ÚLOH PRO STŘEDNÍ ŠKOLY. Prometheus, Praha.
- [2] Bartuška K. (1998): SBÍRKA ŘEŠENÝCH ÚLOH Z FYZIKY PRO STŘEDNÍ ŠKOLY. Prometheus, Praha.
- [3] Sedlák B. a kol. (1976): PŘÍKLADY Z ELEKTRINY A MAGNETISMU. Státní pedagogické nakladatelství Praha, Praha.
- [4] Halliday D., Resnick R., Walker J. (2000): FYZIKA – ELEKTRINA A MAGNETISMUS. Vutium, Brno; Prometheus, Praha.
- [5] Kružík M. (1969): SBÍRKA ÚLOH Z FYZIKY PRO ŽÁKY STŘEDNÍCH ŠKOL. SPN, Praha.
- [6] Miklasová V. (1999): FYZIKA – SBÍRKA ÚLOH PRO SOŠ A SOU, Prometheus, Praha.
- [7] Burešová B., Hoffman J., Urbanová M. (2006): PŘÍKLADY Z FYZIKY. Dostupné na WWW, [cit.24. 5. 2008].
<<http://www.vscht.cz/ufmt/cs/pomucky/hofmannj/epFYZ/>>
- [8] Moštašová J. (2006): SBÍRKA PŘÍKLADŮ Z KINEMATIKY HMOTNÉHO BODU PRO STUDENTY UČITELSTVÍ FYZIKY. Bakalářská práce. Vedoucí: Mandíková D., MFF UK.
- [9] Koudelková H. (2003): SBÍRKA PŘÍKLADŮ Z MECHANIKY. Diplomová práce. Vedoucí: Dvořák L., MFF UK. Úlohy dostupné také na WWW, [cit.24. 5. 2008]
<http://kdf.mff.cuni.cz/vyuka/materialy/mechanika_sbirka/>
- [10] Matějčková L. (2007): ELEKTRONICKÁ SBÍRKA ŘEŠENÝCH ÚLOH Z ELEKTRINY A MAGNETISMU I.. Bakalářská práce. Vedoucí: Broklová Z., MFF UK. Úlohy dostupné také na WWW, [cit.24. 5. 2008]
<<http://kdf.mff.cuni.cz/vyuka/sbirka/elmag/index.php>>
- [11] Snětinová M. (2007): ELEKTRONICKÁ SBÍRKA ŘEŠENÝCH ÚLOH Z ELEKTRINY A MAGNETISMU II.. Bakalářská práce. Vedoucí: Broklová Z., MFF UK. Úlohy dostupné také na WWW, [cit.24. 5. 2008]
<<http://kdf.mff.cuni.cz/vyuka/sbirka/elmag/index.php>>
- [12] Pefrčková M. ŘEŠENÉ ÚLOHY Z ELEKTRINY A MAGNETISMU – STŘÍDAVÝ PROUD. Bakalářská práce. Vedoucí: Broklová Z. – v přípravě
- [13] Lepil O., Šedivý P. (1998): FYZIKA PRO GYMNÁZIA: ELEKTRINA A MAGNETISMUS. Prometheus, Praha.

Příloha

K bakalářské práci je přiloženo jako ukázka 5 úloh, které v rámci této práce vznikly. Všechny 18 úloh je dostupných v rámci Elektronické sbírky řešených úloh z fyziky serveru KDF MFF UK na webové adrese:

<http://kdf.mff.cuni.cz/vyuka/sbirka/elmag/index.php> v kapitole Magnetické pole.

Úlohy jsou tištěny přímo ze sbírky, a proto následující stránky nejsou očíslovány a jejich vzhled není v papírové podobě ideální.