

# Ukázky laboratorních prací z elektřiny a magnetismu

Věra Koudelková

KDF MFF UK, G Českolipská Praha 9; vera.koudelkova@mff.cuni.cz

## Úvod

V příspěvku je popsáno pět laboratorních prací z elektřiny a magnetismu. Laborky<sup>1</sup> jsou určeny studentům 2. ročníku vyššího gymnázia. Studenti na naší škole mají laboratorní práce povinně, střídají se v šesti skupinách na laboratorních pracích z fyziky, chemie, biologie. Z každého předmětu tak mají studenti laborky 6x ročně 2 hodiny, vždy polovina třídy najednou. Do tématu elektřiny a magnetismus vycházejí cca 2 laboratorní práce. Vzhledem k tomu, že se snažím, aby laboratorní práce seděly k právě probíranému tématu, vzniklo během několika posledních let 5 laboratorních prací z elektřiny a magnetismu. Laborky sice vznikly „uměle“ kvůli tomu, aby byl zaplněn povinný čas laboratorních prací, přesto ale doufám, že by mohly být inspirací i pro další učitele.

Cílem prezentovaných laboratorních prací je, aby si studenti vyzkoušeli zajímavé, ale poměrně jednoduché pokusy a měření, ale aby z nich také udělali nějaký obecný závěr. Zadáání těchto laboratorních prací studenti dostanou na pracovním listu, součástí laborek je také společné shrnutí a diskuze o výsledcích.

Následující text stručně shrnuje obsah laboratorních prací. Připravené pracovní listy lze zájemcům případně zaslat.

## Elektrostatika

### Coulombův zákon a kutálení plechovky

Laboratorní práce je zaměřena na sílu mezi dvěma předměty. V první části je úkolem studentů odhadnout náboj na brčku: pokud jsou dvě nabitá brčka umístěna nad sebou, bude se horní brčko v určité vzdálenosti vznášet – tíhová síla, která na něj působí, je stejně velká jako elektrostatická odpudivá síla. Z rovnováhy sil lze odhadnout náboj na brčku, ten vychází na cca 10-20 nC. Celý experiment včetně výpočtu je podrobně popsán v publikaci [1], kap. 3.1.5. Studenty je potřeba upozornit, že odhad je pouze přibližný – Coulombův zákon platí pro bodové náboje, což brčko zcela jistě nesplňuje. Na druhou stranu řádová hodnota odpovídá, i výpočtem pomocí Gaussovy věty vychází náboj na brčku v řádech desítek nC.

Druhá část laboratorní práce se týká síly působící mezi nabitým brčkem a plechovkou – úkolem studentů je nejdříve rozpochybovat plechovku a zjistit, z jaké vzdálenosti plechovka reaguje na brčko a na nabitou tyč. Poté studenti zjišťují sklon nakloněné roviny, kterou plechovka ještě vyjede s pomocí brčka, dvou brček, resp. nabitě tyče.

---

<sup>1</sup> Termín „laborky“ sice není spisovný, ale přesto si ho občas dovolím použít místo správnějšího laboratorní práce.

## Kapacita a kondenzátor

Cílem laboratorní práce je prozkoumat, jak funguje kondenzátor a na čem závisí jeho kapacita. K měření kapacity je používán multimetr UT 601, viz např. [2].

Laborka je rozdělena do několika na sebe navazujících úkolů (v pracovním listu jsou úkoly podrobněji rozepsány):

- 1) Vyrobté kondenzátor z kelímků a alobalu. Změřte jeho kapacitu a porovnejte, zda dá větší ránu tento kondenzátor nebo plechovka (oboje nabité na stejný potenciál).
- 2) Zjistěte, jak závisí kapacita deskového kondenzátoru na ploše desek a na vzdálenosti mezi deskami.
- 3) Vyrobté svitkový kondenzátor z alobalu a eurofolie, změřte jeho kapacitu a navrhněte alespoň dva způsoby, jak by šlo jeho kapacitu zvětšit. Alespoň jeden způsob pak ověřte.

Kondenzátor z kelímků je podrobně popsán v publikaci [1] v kapitole 3.4.2. Pro laboratorní práce používáme kelímky 0,3 litru, které z důvodu bezpečnosti nabíjíme pouze plastovou tyčí, ne z vysokonapěťového zdroje. Pro porovnání „rány“, kterou dá kondenzátor a plechovka je vhodné oboje postavit na izolační podložku a spojit vodičem. Druhý konec kondenzátoru je vhodné uzemnit. Po nabití je potřeba vodič odstranit, aniž by došlo k vybití kondenzátoru a plechovky.

Deskový kondenzátor je vyroben z knihy a dvou listů alobalu. Studenti měří závislost kapacity na ploše desek a na počtu listů knihy mezi listy alobalu. Obě závislosti vynesou do připraveného grafu a rozhodnou, zda je závislost přímo úměrná nebo nepřímo úměrná. Experiment je včetně typických hodnot popsán např. v publikaci [1], kap. 3.5.1.

Svitkový kondenzátor je vyroben ze dvou listů alobalu a eurofolie – jeden list je vložen do folie, druhý je položen na eurofolii a celý kondenzátor je svinut podél delší strany (viz obr. 1). Podrobnější postup výroby kondenzátoru je popsán v textu [3], str. 15.



Obr. 1. Svitkový kondenzátor před svinutím (vlevo) a hotový kondenzátor připojený k měřáku kapacity – kapacita je 5,4 nF (vpravo)

Mezi možnosti, jak lze zvětšit kapacitu tohoto kondenzátoru patří např. zmáčknutí a jiné zmenšení vzdálenosti mezi deskami, případně zvětšení plochy desek. Typická kapacita tohoto kondenzátoru je v řádu nF.

## Elektrické obvody

### Odpor rezistoru

Úkolem studentů je určit odpor neznámého rezistoru čtyřmi různými způsoby a ty poté vzájemně porovnat.

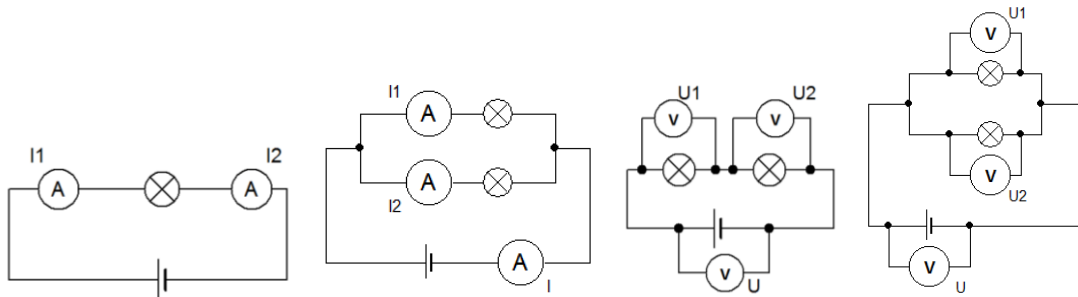
Odpor studenti určují pomocí Ohmova zákona, z VA charakteristiky, pomocí ohmmetru a pomocí tabulky barevného značení odporů.

Nejpřekvapivější je pro ně obvykle tabulka barevného značení, se kterou se naprotá většina z nich nikdy nesešla. Studenti jsou také obvykle překvapeni, že hodnoty zjištěné jednotlivými metodami, se s rozumnou přesností shodují.

### Proud a napětí v obvodu

Studenti postupně měří proud a napětí v sériových a paralelních obvodech se dvěma žárovkami (viz obr. 2). Jejich úkolem je nejdřív odhadnout, jaký je vztah mezi zjištěnými hodnotami a poté tento vztah ověřit měřením.

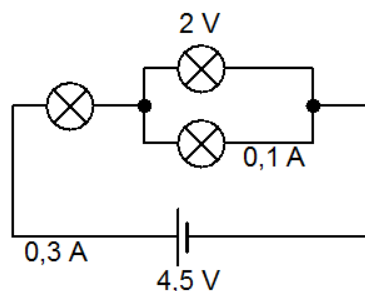
V laboratorní práci jsou použity žárovky, přestože jejich odpor není konstantní. Žárovky jsou pro studenty názornější a s používanými hodnotami napětí a proudu se závislost odporu žárovek na protékajícím proudu příliš neprojevuje. Stejně tak používáme z důvodu větší názornosti ploché baterie místo školních rozvodů.



Obr. 2. Obvody pro měření proudu a napětí v sériovém a paralelním zapojení

První obvod se týká běžné miskoncepce studentů – ti jsou často přesvědčeni, že se elektrina „ztrácí“ a tedy jeden ampérmetr musí nutně naměřit větší hodnotu.

Na závěr laboratorní práce studenti aplikují zjištěné vztahy na „kontrolní úkol“, ve kterém mají za úkol určit proud a napětí na jednotlivých žárovkách ve schématu na obr. 3.



Obr. 3. Schéma ke „kontrolnímu úkolu“

Přestože se jedná o zcela běžné sériově paralelní zapojení, studenti často vnímají kontrolní úkol jako výzvu a řeší ho s radostí. Ověření by bylo dobré provést experimentálně, vzhledem k nedostatku času ale se studenty pouze diskutujeme správné řešení a jeho zdůvodnění slovně.

## Magnetické pole

Cílem laboratorní práce dát studentům prostor vyzkoušet experimenty, které by v hodině viděli pouze demonstračně.

Studenti tak postupně prozkoumají:

- magnetické pole jednoho magnetu a dvou magnetů, které se přitahují/odpuzují;
- magnetické pole vodiče s proudem, smyčky vyrobené z vodiče;
- magnetické pole cívky s proudem, to pak porovnájí s mag. polem magnetu;
- elektromagnet vyrobený z cívky s jádrem a bez jádra.

Magnetické pole permanentních magnetů studenti zkoumají pomocí pilin, magnetické pole vodiče s proudem, smyčky a cívky už pouze pomocí magnetky. U elektromagnetu studenti zjišťují, jak jeho síla (tj. množství kancelářských sponek, které udrží) závisí na přítomnosti jádra.

## Názory studentů

Studenti na takto vedených laborkách oceňují hlavně názornost a zajímavost. Často se v hodnocení objevuje i to, že není potřeba doma složitě počítat chyby měření a že laborky nejsou nudné (což se občas u táhlých měření děje).

Pro ilustrace jsou zde uvedeny některé citace z hodnocení studentů:

- „Laborka byla jednoduchá (vyjma výpočtů v protokolu) a zábavná. Pokusy byly rychlé a ubíhaly svižně, tudíž odpadla nuda, která plyne z dlouhých a táhlých pokusů. Je o mnoho zábavnější si teorii z hodiny vyzkoušet v jednodušších pokusech.“
- „Poměrně jednoduché a nebylo těžké pokusy provést, ale zajímavé a poučné, tudíž jsem si dokázal přitažlivou a odpudivou sílu lépe představit.“
- „Tato forma protokolu mi vyhovuje víc, než když doma bojuju s tabulkama a grafama v excelu. Možná, kdybych uměla lépe počítat Coulombův zákon, tak by to bylo super 😊“

## Závěr

Výše popsané laboratorní práce nepředstavují jediný typ laborek, se kterými se studenti během výuky fyziky setkají. Mohou ale sloužit jako inspirace, jak laboratorní práce oživit.

Máte-li připravené zajímavé laboratorní práce (nejen) z elektřiny a magnetismu, budu ráda za inspiraci. Naopak, pokud máte zájem o připravené pracovní listy k výše uvedeným laborkám, dejte mi vědět, ráda je zájemcům zašlu.

## Literatura a další zdroje

- [1] DVOŘÁK, L., ŠABATKA, Z., KOUDELKOVÁ, V., DVOŘÁKOVÁ, I.: *Náboje, proudy a elektrické obvody*. Výukový a metodický text. P3K, Praha, 2012. Dostupné online: <http://kdf.mff.cuni.cz/projekty/oppa/#materialy>
- [2] Multifunkční RC metr UNI-T UT601. Dostupné online: <http://www.gme.cz/multifunkcni-rc-metr-uni-t-ut601-p722-338>
- [3] GOTTWALD, S., KOUDELKOVÁ, V.: *Elektrostatika*. Pracovní text k předmětu Praktikum školních pokusů 2. Dostupné online: <http://kdf.mff.cuni.cz/vyuka/psp2/lib/exe/fetch.php?media=elektrostatika.docx>