

**Jihočeská univerzita v Českých Budějovicích**  
**Přírodovědecká fakulta**

**Nové pomůcky pro výuku fyziky na gymnáziu:  
testování, sestavování a vytváření návodů k  
experimentům**

Bakalářská práce

**Jaroslav Jícha**

Školitel: Mgr. Václav Šlouf, Ph.D.

České Budějovice 2016

## **Bibliografické údaje**

Jícha, J., 2016: Nové pomůcky pro výuku fyziky na gymnáziu: testování, sestavování a vytváření návodů k experimentům. [New equipment for teaching physics at high school: testing, assembly and creation of manuals for experiments. Bc. Thesis, in Czech.] – p. 59, Faculty of Science, University of South Bohemia, České Budějovice, Czech Republic.

## **Anotace**

The aim of this thesis was to test and assemble high-school experimental equipment. Manuals were created to enable the teacher (frontal experiments) or the students (student's experiments) to easily reproduce the experiments. The experiments are listed in the order they appear in textbooks, which simplifies the searching process.

## **Prohlášení**

Prohlašuji, že jsem svoji bakalářskou práci vypracoval samostatně pouze s použitím pramenů a literatury uvedených v seznamu citované literatury.

Prohlašuji, že v souladu s § 47b zákona č. 111/1998 Sb. v platném znění souhlasím se zveřejněním své bakalářské práce, a to v nezkrácené podobě elektronickou cestou ve veřejně přístupné části databáze STAG provozované Jihočeskou univerzitou v Českých Budějovicích na jejích internetových stránkách, a to se zachováním mého autorského práva k odevzdanému textu této kvalifikační práce. Souhlasím dále s tím, aby toutéž elektronickou cestou byly v souladu s uvedeným ustanovením zákona č. 111/1998 Sb. zveřejněny posudky školitele a oponentů práce i záznam o průběhu a výsledku obhajoby kvalifikační práce. Rovněž souhlasím s porovnáním textu mé kvalifikační práce s databází kvalifikačních prací Theses.cz provozovanou Národním registrem vysokoškolských kvalifikačních prací a systémem na odhalování plagiátů.

V Českých Budějovicích, dne 9. prosince 2016

.....

Jaroslav Jícha

## **Poděkování**

Zde bych chtěl poděkovat svému vedoucímu práce Mgr. Václavu Šloufovi, Ph.D. za vedení této práce a jeho rady. Dále bych chtěl poděkovat řediteli Biskupského gymnázia J. N. Neumanna, Mgr. Zdeňku Dvořákovi, za svolení k práci ve škole.

# Obsah

<b>1</b>	<b>Úvod</b>	<b>1</b>
<b>2</b>	<b>Chronologický seznam experimentů</b>	<b>2</b>
<b>3</b>	<b>Metodické listy</b>	<b>10</b>
3.1	Frontální experimenty . . . . .	10
3.1.1	Teplotní roztažnost . . . . .	10
3.1.2	Elektroskop . . . . .	10
3.1.3	Van de Graaffův generátor . . . . .	10
3.1.4	Faradayova klec . . . . .	11
3.1.5	Magnetické siločáry . . . . .	11
3.1.6	Elektrický proud v kapalinách . . . . .	11
3.1.7	Magnetické pole cívky . . . . .	12
3.1.8	Elektromagnet . . . . .	12
3.1.9	Rovnoměrný a rovnoměrně zrychlený pohyb na vzduchové dráze . . .	12
3.1.10	Skládání sil . . . . .	14
3.1.11	Těžiště nepravidelného tělesa . . . . .	14
3.1.12	Zákon akce a reakce . . . . .	15
3.1.13	Třecí síla . . . . .	15
3.1.14	Kapilární jevy . . . . .	16
3.1.15	Spojené nádoby . . . . .	17
3.1.16	Archimédův zákon . . . . .	17
3.1.17	Magdeburské polokoule . . . . .	18
3.1.18	Atmosférický tlak . . . . .	19
3.1.19	Podtlak a vakuum . . . . .	19
3.1.20	Camera obscura . . . . .	20
3.1.21	Stín a polostín . . . . .	20

3.1.22	Zatmění Slunce a Měsíce . . . . .	20
3.1.23	Zobrazení rovinným zrcadlem . . . . .	20
3.1.24	Zobrazení dutým zrcadlem . . . . .	21
3.1.25	Zobrazení vypuklým zrcadlem . . . . .	21
3.1.26	Lom světla na skle . . . . .	21
3.1.27	Lom světla na vodě . . . . .	21
3.1.28	Obraz vytvořený čočkou . . . . .	21
3.1.29	Krátkozrakost . . . . .	21
3.1.30	Dalekozrakost . . . . .	22
3.1.31	Obraz vytvořený čočkovými dalekohledy . . . . .	22
3.1.32	Model Galileova dalekohledu . . . . .	22
3.1.33	Úplný odraz na hranolu . . . . .	22
3.1.34	Disperze na hranolu . . . . .	22
3.1.35	Zákon zachování energie . . . . .	22
3.1.36	Kladky . . . . .	23
3.1.37	Měrná tepelná kapacita . . . . .	25
3.1.38	Demonstrační pomůcka na tepelnou vodivost . . . . .	26
3.1.39	Bod varu . . . . .	26
3.1.40	Stojaté vlnění . . . . .	27
3.1.41	Stojaté vlnění na smyčce . . . . .	27
3.1.42	Ladička . . . . .	28
3.1.43	Odraz a ohyb vlnění . . . . .	28
3.1.44	Šíření zvuku . . . . .	30
3.1.45	Oerstedův pokus . . . . .	30
3.1.46	Reproduktor . . . . .	31
3.1.47	Ohmův zákon . . . . .	31
3.1.48	Zapojení rezistorů . . . . .	31
3.1.49	Motory . . . . .	31
3.1.50	Magnetická síla . . . . .	31
3.1.51	Katodové záření . . . . .	32
3.1.52	Vzájemné působení dvou vodičů s proudem . . . . .	33
3.1.53	Elektromagnetická indukce s cívkou . . . . .	33

3.1.54	Generátor stejnosměrného proudu . . . . .	34
3.1.55	Vyšetření průběhu střídavého a stejnosměrného proudu osciloskopem	34
3.1.56	Transformátor . . . . .	34
3.1.57	Termistor a fotorezistor . . . . .	34
3.1.58	Dioda . . . . .	35
3.1.59	Fotodioda . . . . .	35
3.1.60	Tranzistor jako zesilovač . . . . .	35
3.1.61	Pozorování barevného spektra vodíku . . . . .	35
3.1.62	Volný pád . . . . .	36
3.1.63	Druhý pohybový zákon na vzduchové dráze . . . . .	36
3.1.64	Srážky na vzduchové dráze . . . . .	38
3.1.65	Demonstrace volného pádu a vodorovného vrhu . . . . .	39
3.1.66	Moment síly . . . . .	40
3.1.67	Rozklad sil . . . . .	41
3.1.68	Demonstrační pomůcka na izotermický děj . . . . .	41
3.1.69	Interference vlnění . . . . .	42
3.1.70	Chladniho obrazce . . . . .	43
3.1.71	Přenos vlnění z ladičky . . . . .	43
3.1.72	Přenos vlnění z reproduktoru . . . . .	44
3.1.73	Vliv amplitudy a frekvence na tón . . . . .	44
3.1.74	Coulombův zákon . . . . .	45
3.1.75	Práce v elektrickém poli . . . . .	45
3.1.76	Rozložení náboje . . . . .	46
3.1.77	Kapacita vodiče . . . . .	47
3.1.78	Kapacita kondenzátoru . . . . .	47
3.1.79	Zatěžovací charakteristika zdroje . . . . .	48
3.1.80	Ionizace plamenem . . . . .	49
3.1.81	Elektromagnetická indukce . . . . .	49
3.1.82	Demonstrace Lenzova zákona . . . . .	49
3.1.83	Foucaultovy proudy . . . . .	50
3.1.84	Vlastní indukce . . . . .	50
3.1.85	Usměrňovač . . . . .	51

3.1.86	Odraz světla . . . . .	51
3.1.87	Index lomu . . . . .	51
3.1.88	Optické vlákno . . . . .	51
3.1.89	Určení ohniskové vzdálenosti . . . . .	51
3.1.90	Zobrazení tenkou čočkou . . . . .	52
3.1.91	Crooksův radiometr . . . . .	52
3.2	Studentské experimenty . . . . .	53
3.2.1	Pružinový siloměr . . . . .	53
3.2.2	Měření tíhového zrychlení . . . . .	53
3.2.3	Účinky magnetu . . . . .	54
3.2.4	Vytvoření magnetu . . . . .	54
3.2.5	Přitažlivé síly magnetů . . . . .	54
3.2.6	Magnetické pole Země . . . . .	54
3.2.7	Napětí . . . . .	54
3.2.8	Magneticky ovládaný spínač . . . . .	54
3.2.9	Rovnoměrný a rovnoměrně zrychlený pohyb . . . . .	54
3.2.10	Zatmění slunce . . . . .	54
3.2.11	Měsíční fáze . . . . .	54
3.2.12	Vznik obrazu na dutém a vypuklém zrcadle . . . . .	54
3.2.13	Úhel dopadu a úhel lomu . . . . .	54
3.2.14	Čočky . . . . .	55
3.2.15	Dalekohled . . . . .	55
3.2.16	Měrná tepelná kapacita pevných látek . . . . .	55
3.2.17	Přenos tepla v kapalinách . . . . .	55
3.2.18	Izobarická změna objemu vzduchu . . . . .	55
3.2.19	Teplota tání a tuhnutí . . . . .	55
3.2.20	Teplota varu . . . . .	55
3.2.21	Rezonance matematického kyvadla . . . . .	55
3.2.22	Ověření Ohmova zákona . . . . .	55
3.2.23	Elektrický obvod . . . . .	55
3.2.24	Sériové a paralelní zapojení žárovek . . . . .	55
3.2.25	Sériové a paralelní zapojení rezistorů . . . . .	56

3.2.26	Sériové a paralelní zapojení zdrojů . . . . .	56
3.2.27	Transformátor . . . . .	56
3.2.28	Srážky na kolejnici . . . . .	56
3.2.29	Změna objemu vody . . . . .	56
3.2.30	Vnitřní odpor zdroje . . . . .	56
3.2.31	Magnetické pole . . . . .	56
3.2.32	Odpor a indukčnost v obvodu střídavého proudu . . . . .	56
3.2.33	Impedance cívky . . . . .	56
3.2.34	Polarizační filtry . . . . .	56
<b>4</b>	<b>Závěr</b>	<b>57</b>
	<b>Literatura</b>	<b>59</b>



# 1. Úvod

Fyzika patří na středních školách k méně oblíbeným předmětům, a proto se vyučující musí pokusit zaujmout a motivovat. A k tomu jsou názorné experimenty ideální. Fyzikální pokusy jsou důležitým doplňkem výuky fyziky. Pro žáka mají názorně provedené pokusy, které má možnost vidět vlastníma očima, mnohem větší význam, než pokusy o kterých si pouze přečte v učebnici. Jedná se o populární záležitost mezi žáky, jelikož dobře zvolený experiment oživí hodinu a též může nadchnout studenty pro nově probíranou látku. Někteří vyučující nezařazují pokusy do výuky dostatečně často, a to hlavně pro jejich časovou náročnost. Nejde zde ani tolik o časovou zátěž v rámci hodiny, ale spíše o čas potřebný pro přípravu pokusu před hodinou. A právě zde se snažím ulehčit práci vyučujícího.

Tato bakalářská práce pojednává o fyzikálních experimentech určených pro studenty gymnázia. Cílem této práce bylo sestavení a ověření funkčnosti pokusů s novými pomůckami pro výuku fyziky na Biskupském gymnáziu J. N. Neumanna, které byly zakoupeny v rámci projektu: Modernizace vybavení učebny fyziky. Ten byl podpořen dotací z Evropské unie v rámci programu ROP NUTS II Jihozápad.

Jedná se o seznam mnou vyzkoušených experimentů, které byly rozřazeny podle sad učebnic od nakladatelství Fraus a Prometheus. Pokusy jsou rozděleny na dvě velké skupiny a to na pokusy frontální, určené pro demonstraci před třídou, a studentské, které si mohou žáci vyzkoušet sami v lavicích. Dále se dělí podle učebnic, kde jim je přiřazena konkrétní strana z příslušné učebnice, pro snazší orientaci vyučujícího. Z tohoto seznamu se lze odkazem přesunout k stručnému návodu pro sestavení. Pokusy, jež jsou zde obsaženy, byly všechny testovány, ale návody byly mnou vypracovány jen u těch experimentů, u kterých návod nebyl dodán výrobcem pomůcky. U těchto experimentů je uveden pouze odkaz na příslušný manuál. Tyto experimenty jsou v seznamu odlišeny modrou barvou.

## 2. Chronologický seznam experimentů

### Frontální experimenty nižší stupeň

#### Fyzika 6

• Teplotní roztažnost . . . . .	44
• <a href="#">Elektroskop</a> . . . . .	62
• Van de Graaffův generátor . . . . .	70
• Faradayova klec . . . . .	72
• <a href="#">Magnetické siločáry</a> . . . . .	79
• Elektrický proud v kapalinách . . . . .	102
• <a href="#">Magnetické pole cívky</a> . . . . .	110
• <a href="#">Elektromagnet</a> . . . . .	111

#### Fyzika 7

• Rovnoměrný a rovnoměrně zrychlený pohyb na vzduchové dráze . . . . .	20
• Skládání sil . . . . .	39
• Těžiště nepravidelného tělesa . . . . .	44
• Zákon akce a reakce . . . . .	49
• Třecí síla . . . . .	57
• Kapilární jevy . . . . .	67
• Spojené nádoby . . . . .	71
• Archimédův zákon . . . . .	73
• Magdeburské polokoule . . . . .	81
• Atmosférický tlak . . . . .	82
• Podtlak a vakuum . . . . .	91
• Camera obscura . . . . .	99
• <a href="#">Stín a polostín</a> . . . . .	100
• <a href="#">Zatmění Slunce a Měsíce</a> . . . . .	102
• <a href="#">Zobrazení rovinným zrcadlem</a> . . . . .	108
• <a href="#">Zobrazení dutým zrcadlem</a> . . . . .	109
• <a href="#">Zobrazení vypuklým zrcadlem</a> . . . . .	109

• Lom světla na skle . . . . .	112
• Lom světla na vodě . . . . .	112
• Obraz vytvořený čočkou . . . . .	117
• Krátkozrakost . . . . .	121
• Dalekozrakost . . . . .	121
• Obraz vytvořený čočkovými dalekohledy . . . . .	125
• Model Galileova dalekohledu . . . . .	125
• Úplný odraz na hranolu . . . . .	127
• Disperze na hranolu . . . . .	127

## Fyzika 8

• Zákon zachování energie . . . . .	21
• Kladky . . . . .	29
• Měrná tepelná kapacita . . . . .	42
• Demonstrační pomůcka na tepelnou vodivost . . . . .	45
• Bod varu . . . . .	60
• Stojaté vlnění . . . . .	74
• Stojaté vlnění na smyčce . . . . .	74
• Ladička . . . . .	77
• Odraz a ohyb vlnění . . . . .	80
• Šíření zvuku . . . . .	80
• Oerstedův pokus . . . . .	94
• Elektromagnet . . . . .	94
• Reproduktor . . . . .	94
• Ohmův zákon . . . . .	97
• Zapojení rezistorů . . . . .	104
• Motory . . . . .	119

## Fyzika 9

• Magnetická síla . . . . .	8
• Katodové záření . . . . .	9
• Vzájemné působení dvou vodičů s proudem . . . . .	11
• Elektromagnetická indukce s cívkou . . . . .	17

• Generátor stejnosměrného proudu . . . . .	20
• Vyšetření průběhu střídavého a stejnosměrného proudu osciloskopem . . . . .	22
• Transformátor . . . . .	25
• Motory . . . . .	31
• Termistor a fotorezistor . . . . .	43
• Dioda . . . . .	48
• Fotodioda . . . . .	49
• Tranzistor jako zesilovač . . . . .	54
• Pozorování barevného spektra vodíku . . . . .	69

## Frontální experimenty vyšší stupeň

### Mechanika

• Rovnoměrný a rovnoměrně zrychlený pohyb na vzduchové dráze . . . . .	37
• Volný pád . . . . .	57
• Druhý pohybový zákon na vzduchové dráze . . . . .	81
• Zákon akce a reakce . . . . .	88
• Srážky na vzduchové dráze . . . . .	90
• Demonstrace volného pádu a vodorovného vrhu . . . . .	150
• Moment síly . . . . .	179
• Skládání sil . . . . .	182
• Rozklad sil . . . . .	191
• Spojené nádoby . . . . .	216
• Atmosférický tlak . . . . .	219
• Ověření vztlakové síly ve vzduchu . . . . .	225

### Molekulová fyzika a termika

• Měrná tepelná kapacita . . . . .	55
• Demonstrační pomůcka na tepelnou vodivost . . . . .	60
• Demonstrační pomůcka na izotermický děj . . . . .	83
• Magdeburské polokoule . . . . .	98
• Teplotní roztažnost . . . . .	140
• Bod varu . . . . .	182

## Mechanické kmitání a vlnění

• Interference vlnění . . . . .	56
• Stojaté vlnění . . . . .	62
• Stojaté vlnění na smyčce . . . . .	64
• Chladního obrazce . . . . .	66
• Odraz a ohyb vlnění . . . . .	70
• Ladička . . . . .	78
• Přenos vlnění z ladičky . . . . .	81
• Přenos vlnění z reproduktoru . . . . .	81
• Šíření zvuku . . . . .	82
• Vliv amplitudy a frekvence na tón . . . . .	85

## Elektrina a magnetismus

• Van de Graaffův generátor . . . . .	13
• <a href="#">Elektroskop</a> . . . . .	13
• Coulombův zákon . . . . .	16
• Práce v elektrickém poli . . . . .	24
• Rozložení náboje . . . . .	31
• Faradayova klec . . . . .	31
• Kapacita vodiče . . . . .	39
• Kapacita kondenzátoru . . . . .	41
• <a href="#">Ohmův zákon</a> . . . . .	60
• <a href="#">Zapojení rezistorů</a> . . . . .	67
• Zatěžovací charakteristika zdroje . . . . .	70
• <a href="#">Termistor a fotorezistor</a> . . . . .	85
• <a href="#">Dioda</a> . . . . .	93
• <a href="#">Fotodioda</a> . . . . .	93
• <a href="#">Tranzistor jako zesilovač</a> . . . . .	95
• Ionizace plamenem . . . . .	117
• Katodové záření . . . . .	123
• <a href="#">Magnetické pole cívky</a> . . . . .	130
• Magnetická síla . . . . .	132

• Vzájemné působení dvou vodičů s proudem . . . . .	140
• Elektromagnet . . . . .	151
• Elektromagnetická indukce . . . . .	158
• Demonstrace Lenzova zákona . . . . .	165
• Foucaultovy proudy . . . . .	166
• Vlastní indukce . . . . .	169
• Vyšetření průběhu střídavého a stejnosměrného proudu osciloskopem . . . . .	178
• Usměřovač . . . . .	191
• Motory . . . . .	203
• Transformátor . . . . .	207

## Optika

• Odraz světla . . . . .	18
• Lom světla na skle . . . . .	19
• Index lomu . . . . .	21
• Úplný odraz na hranolu . . . . .	23
• Lom světla na vodě . . . . .	24
• Optické vlákno . . . . .	26
• Disperze na hranolu . . . . .	28
• Zobrazení rovinným zrcadlem . . . . .	41
• Obraz vytvořený dutým zrcadlem . . . . .	45
• Obraz vytvořený vypuklým zrcadlem . . . . .	45
• Obraz vytvořený čočkou . . . . .	55
• Určení ohniskové vzdálenosti . . . . .	61
• Zobrazení tenkou čočkou . . . . .	63
• Krátkozrakost . . . . .	67
• Dalekozrakost . . . . .	68
• Obraz vytvořený čočkovými dalekohledy . . . . .	75
• Model Galileova dalekohledu . . . . .	75
• Crooksův radiometr . . . . .	135

## Fyzika mikrosvětla

• Pozorování barevného spektra vodíku . . . . .	66
-------------------------------------------------	----

## Astrofyzika

- [Zatmění Slunce a Měsíce](#) . . . . . 42

## Studentské experimenty nižší stupeň

### Fyzika 6

- [Pružinový siloměr](#) . . . . . 54
- [Měření tíhového zrychlení](#) . . . . . 53
- [Účinky magnetu](#) . . . . . 74
- [Vytvoření magnetu](#) . . . . . 77
- [Magnetické siločáry](#) . . . . . 79
- [Přitažlivé síly magnetů](#) . . . . . 79
- [Magnetické pole Země](#) . . . . . 81
- [Napětí](#) . . . . . 90
- [Magneticky ovládaný spínač](#) . . . . . 111

### Fyzika 7

- [Rovnoměrný a rovnoměrně zrychlený pohyb](#) . . . . . 20
- [Zatmění slunce](#) . . . . . 102
- [Měsíční fáze](#) . . . . . 104
- [Vznik obrazu na dutém a vypuklém zrcadle](#) . . . . . 109
- [Úhel dopadu a úhel lomu](#) . . . . . 112
- [Čočky](#) . . . . . 114
- [Dalekohled](#) . . . . . 125

### Fyzika 8

- [Měrná tepelná kapacita pevných látek](#) . . . . . 39
- [Přenos tepla v kapalinách](#) . . . . . 43
- [Teplota tání a tuhnutí](#) . . . . . 54
- [Teplota varu](#) . . . . . 59
- [Rezonance matematického kyvadla](#) . . . . . 71
- [Ověření ohmova zákona](#) . . . . . 96
- [Elektrický obvod](#) . . . . . 97

• Sériové a paralelní zapojení žárovek . . . . .	104
• Sériové a paralelní zapojení rezistorů . . . . .	104
• Sériové a paralelní zapojení zdrojů . . . . .	111

## **Fyzika 9**

• Odpor a indukčnost v obvodu střídavého proudu . . . . .	15
• Transformátor . . . . .	25

## **Studentské sady vyšší stupeň**

### **Mechanika**

• Rovnoměrný a rovnoměrně zrychlený pohyb . . . . .	47
• Srážky na kolejnici . . . . .	90

### **Molekulová fyzika a termika**

• Měrná tepelná kapacita pevných látek . . . . .	52
• Přenos tepla v kapalinách . . . . .	55
• Izobarická změna objemu vzduchu . . . . .	87
• Změna objemu vody . . . . .	143
• Teplota tání a tuhnutí . . . . .	172
• Teplota varu . . . . .	180

### **Mechanické kmitání a vlnění**

• Pružinový siloměr . . . . .	29
• Měření tíhového zrychlení . . . . .	32
• Rezonance matematického kyvadla . . . . .	43

### **Elektrina a magnetismus**

• Napětí . . . . .	53
• Sériové a paralelní zapojení zdrojů . . . . .	53
• Elektrický obvod . . . . .	59
• Ověření ohmova zákona . . . . .	60
• Sériové a paralelní zapojení žárovek . . . . .	67
• Sériové a paralelní zapojení rezistorů . . . . .	67



• Vnitřní odpor zdroje . . . . .	71
• Účinky magnetu . . . . .	129
• Magnetické pole . . . . .	129
• Magnetické siločáry . . . . .	129
• Přitažlivé síly magnetů . . . . .	129
• Vytvoření magnetu . . . . .	149
• Magneticky ovládaný spínač . . . . .	151
• Odpor a indukčnost v obvodu střídavého proudu . . . . .	170
• Impedance . . . . .	189
• Transformátor . . . . .	207

## **Optika**

• Úhel dopadu a úhel lomu . . . . .	17
• Vznik obrazu na dutém a vypuklém zrcadle . . . . .	45
• Čočky . . . . .	55
• Dalekohled . . . . .	75
• Polarizační filtry . . . . .	120

## **Astrofyzika**

• Magnetické pole Země . . . . .	35
• Měsíční fáze . . . . .	42
• Zatmění slunce . . . . .	42

# 3. Metodické listy

## 3.1 Frontální experimenty

### 3.1.1 Teplotní roztažnost

- **Cíle pokusu:**

Demonstrace tepelné roztažnosti kovů.

- **Pomůcky:**

Kovová palička, kroužek, kahan.

- **Postup:**

1. Prostrčíme kuličku kroužkem.
2. Kuličku umístíme nad kahan alespoň na 30 sekund.
3. Pokusíme se opět prostrčit kuličku kroužkem.

- **Teorie:**

Látka ohřátá o určitou teplotu zvětší svůj objem. Jak moc se zvětší záleží na materiálu, původním objemu a změně teploty tělesa.  $V = V_0 \cdot (1 + \beta \cdot \Delta t)$ . Zde  $\beta$  představuje teplotní koeficient objemové roztažnosti, který můžeme vyhledat v tabulkách pro zvolený materiál.

### 3.1.2 Elektroskop

Návod k použití: *ŽES Elektrostatika*, Didaktik (2013), Strana 9.

### 3.1.3 Van de Graaffův generátor

- **Cíle pokusu:**

Demonstrace elektrostatického napětí pomocí generátoru.

- **Pomůcky:**

Van de Graaffův generátor, kovová koule se zemnicím kabelem.

- **Postup:**

1. Zapojíme motor, jenž pohání pás, do elektřiny.
2. K desce generátoru připojíme kovovou kouli.
3. Zapneme motor a pomalu přiblížíme volnou kouli k hlavní kouli generátoru.

- **Teorie:**

Třením se vytváří na kouli kladný náboj. Díky tomu, že se jedná o kouli, je náboj rov-

noměrně rozložen. Druhá koule získává naopak náboj záporný. Díky tomu získáváme dostatečně velké napětí k tomu aby došlo k viditelnému výboji.

### 3.1.4 Faradayova klec

- **Cíle pokusu:**

Dokázat, že se náboj přivedený na vodič se soustředí na jeho povrchu a vysvětlit princip ochrany součástek citlivých na elektromagnetické pole.

- **Pomůcky:**

Drátěná klec, vodiče 2x, alobal, Van de Graaffův generátor.

- **Postup:**

1. Na klec zavěsíme několik proužků alobalu, jak zvenku, tak zevnitř.
2. Připojíme ji ke zdroji vysokého napětí. (Například k Van de Graaffově generátoru.)

- **Teorie:**

Pohyb alobalu, který funguje jako jednoduchý elektroskop, nám ukáže rozložení náboje. A z toho je i vidět největší využití Faradayovy klece. Dá se použít jako ochrana proti elektromagnetickému záření. Existují sáčky vybavené vodivou sítí pro přepravu počítačových čipů. Dříve bylo běžnou praxí balit diskety do alobalu, aby nedošlo k poškození dat, třeba při jízdě trolejbusem. Stejně tak může ochránit člověka před zásahem bleskem. (Automobil je Faradayovou klecí.)

### 3.1.5 Magnetické siločáry

Návod k použití: *ŽES Magnetismus*, Didaktik (2013), Strana 14.

### 3.1.6 Elektrický proud v kapalinách

- **Cíle Pokusu:**

Demonstrovat schopnost kapalin vézt proud.

- **Pomůcky:**

Kádinka, vodiče 3x, kovové plíšky, upevňovací tyčky, žárovka s objímkou, sůl, zdroj stejnosměrného napětí.

- **Postup:**

1. Upevníme plíšky na izolované tyčky.
2. Ty pak připojíme, přes žárovku, ke zdroji stejnosměrného napětí 6 V.
3. Spojíme plíšky, aby se žárovka na okamžik rozsvítila.

4. Do kádinky nalijeme vodu a ponoříme oba plíšky. Proud neteče.
5. Přidáváme postupně sůl, dokud se žárovka nerozsvítí.

- **Teorie:**

Elektrický proud prochází kapalinou pouze, když jsou v kapalině obsaženy volné částice s nábojem. Destilovaná voda nedokáže vést proud, jelikož takových částic má velice málo. To platí také o vodě z vodovodu, a tak nedovede za nízkého napětí vést proud. Rozpuštěním soli však ony částice dodáme. A tento roztok se stává vodivým. Kapaliny, které mají schopnost vést elektrický proud, se označují jako elektrolyty.

### 3.1.7 Magnetické pole cívky

Návod k použití: *DZS Elektřina*, Didaktik (2013), Strana 143.

### 3.1.8 Elektromagnet

Návod k použití: *DZS Elektřina*, Didaktik (2013), Strana 19.

**Poznámka:**

Zapojení je lepší vodorovné a ne svislé.

### 3.1.9 Rovnoměrný a rovnoměrně zrychlený pohyb na vzduchové dráze

- **Cíle pokusu:**

Graficky znázornit dráhu rovnoměrného a rovnoměrně zrychleného pohybu při zanedbatelném tření.

- **Pomůcky:**

Vzduchová dráha se zarážkami, fukar, vozík se závažími a háčkem, ultrazvukový senzor, stojan na senzor, provázek, závaží k zavěšení, pevná kladka, papírový terčik pro senzor.

- **Postup:**

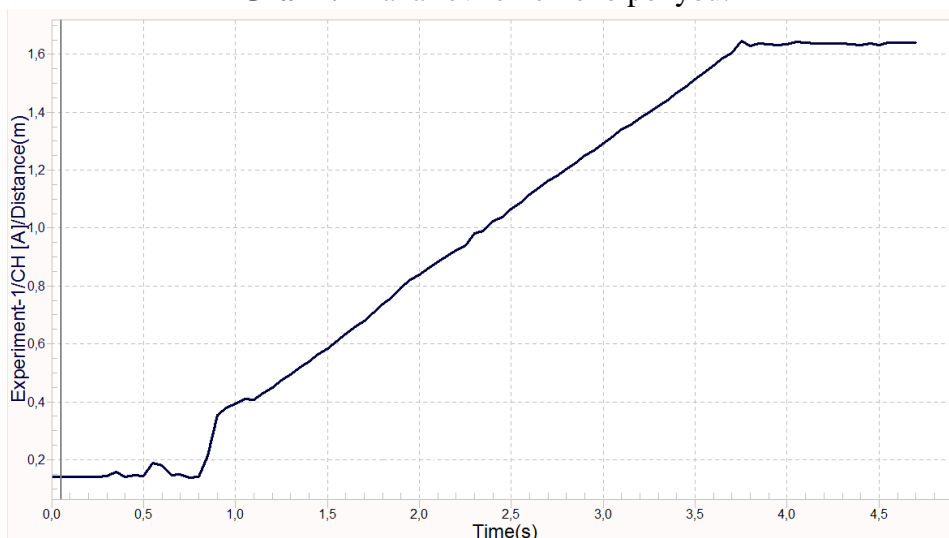
1. Sestavíme vzduchovou dráhu. Na konec umístíme zarážku a připojíme k fukaru.
2. Na dráhu umístíme vozík, který zatížíme závažím pro snížení zrychlení.
3. Na vrchol vozíku umístíme terčik pro senzor.
4. Senzor nastavíme tak aby snímal terčik a nastavíme jej na měření dráhy.
5. Je vhodné si povolat asistenta z řad studentů neboť trigger senzoru nemá uspokojivě velkou citlivost.
6. Zapneme fukar a vyrovnáme dráhu tak, aby se vozík ve prostřed dráhy samovolně nepohyboval.

7. Vozík umístíme na kraj dráhy a po spuštění senzoru jej uvedeme jemným postrčením do pohybu. (Tak získáme záznam rovnoměrného pohybu.)
8. Poté k vozíku upevníme závaží prostřednictvím provázku a pevné kladky.
9. Vozík umístíme na kraj dráhy a po spuštění senzoru jej pustíme a on se rozjede díky tíhové síle působící na dané závaží. (Pro malé tření stačí 2 g závaží)

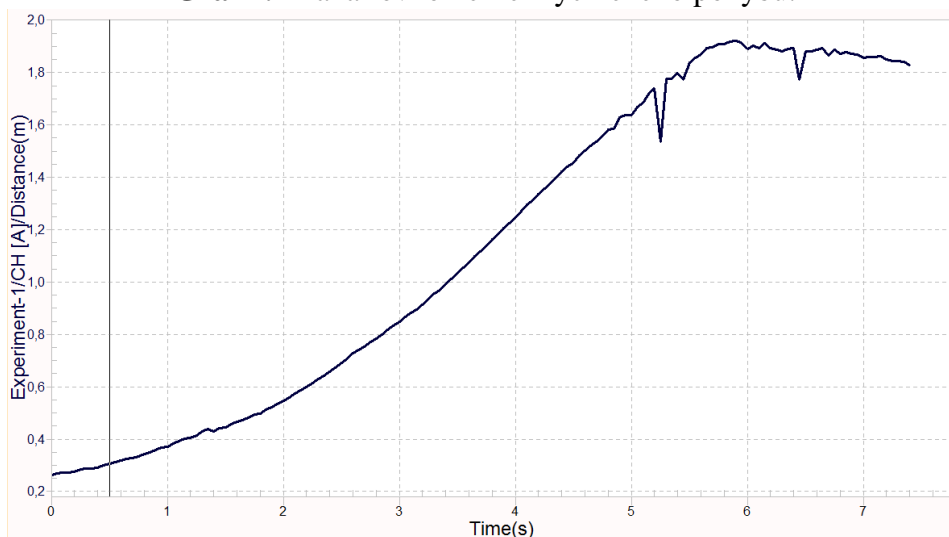
• **Teorie:**

Rovnoměrný pohyb nastává tehdy, když těleso nemění svou rychlost, tudíž přírůstek dráhy za daný stejný čas je konstantní. Dostáváme tedy lineární závislost dráhy na čase. Oproti tomu rovnoměrně zrychlený pohyb nastává, když těleso mění svou rychlost, a to s konstantním zrychlením. Z hlediska dynamiky na těleso působí konstantní síla s neměnným směrem působení. Dráha tedy již není lineární, ale kvadratickou funkcí času.

**Graf 1:** Dráha rovnoměrného pohybu.



**Graf 2:** Dráha rovnoměrně zrychleného pohybu.



### 3.1.10 Skládání sil

- **Cíle pokusu:**

Praktická demonstrace skládání sil pomocí siloměru.

- **Pomůcky:**

Siloměr 2x, stojan, demonstrační páka, závažíčka s háčkem.

- **Postup:**

1. Se siloměrem změříme sílu jednoho závažíčka a jednoho siloměru.
2. Na siloměr zavěsíme dvě závažíčka a ukážeme, jak se síla zvětší.
3. Na siloměr se dvěma závažíčky zavěsíme siloměr se stejným počtem závažíček. Ukážeme tak působíště síly. (Nezapomínáme započítat námi změřený siloměr.)
4. Sestavíme stojan, na který zavěsíme siloměr a na něj demonstrační páku. (Odečteme hodnotu na siloměru.)
5. Na páku zavěsíme libovolně závaží tak, aby moment sil byl nulový, a aby nevisela přímo pod siloměrem.

- **Teorie:**

Skládání sil je vektorový součet. Pokud mají síly stejný směr, jedná se o skalární součet.

V první části pokusu si předvedeme, jak se sčítají síly, působí-li přímo pod sebou. V druhé části využíváme momentu síly  $M_1 = M_2$ , který můžeme rozepsat jako:

$$F_1 \cdot d_1 = F_2 \cdot d_2. \text{ Poté výsledná síla působí v ose otáčení a má velikost } F = F_1 + F_2.$$

Tuto sílu můžeme změřit siloměrem, který je umístěn v ose otáčení.

### 3.1.11 Těžiště nepravidelného tělesa

- **Cíle pokusu:**

Nalezení těžiště pomocí závaží a niti.

- **Pomůcky:**

Papírová šablona, nit, závaží, hřebíček, pravítko, tužka.

- **Postup:**

1. Na hřebíček přivážeme provázkem závaží.
2. Propíchneme šablonu hřebíčkem a držíce soustavu za hřebíček necháme šablonu i závaží volně viset.
3. Po ustálení uděláme značku na okraji šablony kde se ustálil provázek. Díru od hřebíčku a naší značku propojíme rovnou čarou.

4. Zapíchneme hřebíček do jiného bodu mimo námi vyznačenou přímkou a celé opakujeme. Průsečík přímek je těžištěm šablony.

- **Teorie:**

Těžiště je bod, který je působištěm výsledné tíhové síly působící na těleso. Těžiště nemusí být nutně na tělese, ale může být mimo něj např. prsten. Tělesa zavěšená, či podepřená v bodě těžiště zůstávají v klidu. Můžeme demonstrovat na šabloně podepřením prstem v námi nalezeném těžišti.

### 3.1.12 Zákon akce a reakce

- **Cíle pokusu:**

Demonstrace vzájemného silového působení dvou těles.

- **Pomůcky:**

Siloměr 2x, stojan, háček pro upevnění na stojan.

- **Postup:**

1. Upevníme na stojan háček, na který zavěsíme siloměr.
2. Druhý siloměr upevníme k prvnímu tak, aby byly stupnice proti sobě
3. Pomalu táhneme za druhý siloměr, a sledujeme výchylku na stupnicích obou siloměrů.

- **Teorie:**

**Třetí pohybový zákon:** *Dvě tělesa na sebe navzájem působí stejně velkými silami opačného směru. Tyto síly vznikají a zanikají současně.*

Siloměry zde představují tělesa, která na sebe navzájem působí silou. Pozorováním stupnic u obou siloměrů můžeme vidět, že je síla u obou těles stejně velká, avšak navzájem opačného směru.  $F_1 = -F_2$

### 3.1.13 Třecí síla

- **Cíle pokusu:**

Ukázka závislosti třecí síly na hmotnosti a kvalitě povrchu.

- **Pomůcky:**

Dřevěné špalíčky s různými povrchy a s háčkem, siloměr.

- **Postup:**

1. Na čistou rovnou plochu položíme špalíček hrubou stranou dolů. Pomocí siloměru pomalu táhneme špalíček a snažíme se zachovávat konstantní rychlost.

2. Tah opakujeme pro dva špalíčky na sobě a následně totéž s hladkou stranou špalíku dolu.

- **Teorie:**

Třecí síla je síla, působící proti pohybu tělesa které je v kontaktu s tělesem jiným. Pro tuto sílu  $F_t = f \cdot F_N$  je charakteristický součinitel tření  $f$ , který souvisí s vlastnostmi kontaktních ploch. Normálová síla se dá psát jako  $F_N = m \cdot g$  pokud táhneme těleso vodorovně se zemí. Teď si již tuto sílu můžeme zjednodušeně zapsat jako  $F_t = f \cdot m \cdot g$ , kde  $g$  je konstanta a  $f$  je také konstantou pro danou plochu. Z toho vidíme, že pokud přidáme špalíček tak se třecí síla zdvojnásobí. Když zaměníme spodní špalíček za ten s jemnějším brusným papírem na spodní straně, tak se zmenší hodnota  $f$  a dostaneme menší třecí sílu.

### 3.1.14 Kapilární jevy

- **Cíle pokusu:**

Ukázka smáčivých kapalin a vzlínivosti.

- **Pomůcky:**

Kádinka, kapilára, ubrousek.

- **Postup:**

1. Do kádinky s vodou ponoříme kapiláru tak aby se nedotýkala dna. tak můžeme pozorovat vyšší hladinu v kapiláře nežli v kádince.
2. Poté namísto kapiláry ponoříme do kádinky cípek ubrousku a sledujeme jak voda "šplhá"vzhůru.

- **Teorie:**

Kapilární jevy nesou jméno po kapilárách, což jsou úzké trubičky. Kapaliny můžeme rozdělit na smáčivé (voda) a nesmáčivé (rtuť). Výšku výstupu dokážeme vypočítat zjednodušeně jako  $h = \frac{2 \cdot \sigma}{\rho \cdot g \cdot r}$ . Výška je přímo úměrná povrchovému napětí  $\sigma$  a nepřímo na hustotě a poloměru kapiláry. Tenké kapiláry jsou i v papíru či textilu proto v nich dochází k takzvanému vzlínání. Kapalina šplhá vzhůru i přes zde přítomnou gravitaci. K tomuto jevu dochází i v rostlinách, také díky tomuto jevu se dostává voda z kořenů až k listům.



### 3.1.15 Spojené nádoby

- **Cíle pokusu:**

Praktická demonstrace hydrostatického tlaku.

- **Pomůcky:**

Spojené nádoby.

- **Postup:**

1. Spojené nádoby naplníme vodou.
2. Držíme je v ruce tak, aby byly pokud možno vodorovně a dala se dobře pozorovat hladina.
3. Pro lepší viditelnost hladiny umístíme nádobu před bílý papír, nebo obarvíme vodu v nádobách. (modrou skalicí)

- **Teorie:**

Spojené nádoby demonstrují vlastnosti hydrostatického tlaku:

$$p_h = h\rho g + p_a$$

V tomto pokusu se zaměříme na to, že ve všech nádobách je hladina ve stejné výšce nezávisle na jejím tvaru. To vyplývá z předešlé rovnice, jelikož víme o kterou kapalinu se jedná, můžeme říci, že hustota je ve všech nádobách konstantní. Dále víme, že atmosférický tlak a tíhové zrychlení je u všech nádob konstantní. A teď je již jasně vidět, že v našem případě je hydrostatický tlak přímo úměrný výšce hladiny. Což můžeme interpretovat tak, že hydrostatický tlak je konstantní pro libovolnou výšku v kapalině. Žáci si musí uvědomit, že i když se zde bavíme neustále o výšce hladiny, tak hydrostatický tlak se v kapalině mění přímo úměrně s "hloubkou." A nezávisí na objemu, sklonu nebo tvaru nádoby.

### 3.1.16 Archimédův zákon

- **Cíle pokusu:**

Názorná ukázka Archimédova zákona.

- **Pomůcky:**

Větší kádinka, siloměr, stojan, závaží.

- **Postup:**

1. Upevníme siloměr na stojan a přidáme závaží. Poznamenejme si sílu tvořenou závažím.

2. Naplníme kádinku z poloviny vodou, tak abychom dokázali ponořit celé závaží a nedotýkali se závažím dna kádinky.
3. Ponoříme závaží a poznačíme si změnu výšky hladiny kapaliny.
4. Sledujeme změnu výchylky siloměru a tuto změnu podpoříme výpočtem.

- **Teorie:**

- **Archimédův zákon:**

- *Těleso ponořené do tekutiny, která je v klidu, je nadlehčováno silou rovnající se tíze tekutiny stejného objemu, jako je ponořená část tělesa.*

- Jelikož v našem případě je kapalinou voda, tak známe její hustotu a díky stupnici na kádince i objem vytlačené kapaliny, který je roven rozdílu námi vyznačených hladin. Z toho si již dokážeme vypočítat vztakovou sílu  $F_{vz} = V \cdot \rho \cdot g$ . Tato síla je oním rozdílem, který vidíme na siloměru. Po odečtení této síly od síly tíhové  $F = g \cdot (m - V \cdot \rho)$  dostaneme stávající hodnotu na siloměru. Nutno připomenout, že Archimédův zákon platí i pro plyny, kde je ale pro nízkou hustotu plynů zanedbáván.

### 3.1.17 Magdeburské polokoule

- **Cíle pokusu:**

- Demonstrovat velikost atmosférického tlaku.

- **Pomůcky:**

- Magdeburské polokoule, vývěva.

- **Postup:**

1. Polokoule přitiskneme k sobě a pomocí vývěvy vysajeme vzduch.
2. Koule uzavřeme a odpojíme od vývěvy. S pomocí studentů ukážeme, že skutečně nejdou od sebe.

- **Teorie:**

- Magdeburské polokoule nesou své jméno po městu, kde byl experiment poprvé proveden. Že na nás neustále působí atmosférický tlak, si ani neuvědomujeme. Takže mnohé překvapí, jak velkou silou vlastně působí. Odčerpáním vzduchu z polokoulí dosáhneme toho, že vnější tlak drží ony polokoule spojené. V původním pokusu byly užity o něco větší polokoule a velikost síly byla demonstrována pomocí 8 párů koní, kteří se je snažili oddělit od sebe.

### 3.1.18 Atmosférický tlak

- **Cíle pokusu:**

Názorná ukázka rozdílu mezi hydrostatickým a atmosférickým tlakem.

- **Pomůcky:**

Kádinka, list papíru, nůžky.

- **Postup:**

1. Vystříháme čtverec papíru tak, aby měl stranu větší nežli vnější poloměr kádinky.
2. Kádinku naplníme po okraj vodou a necháme chvíli ustát.
3. Přiložíme čtverec papíru na kádinku tak aby v ní nebyl žádný vzduch.
4. nad umyvadlem otočíme kádinku a pustíme papír.

- **Teorie:**

Tento pokus ukazuje že atmosférický tlak působící na papír  $p_a = 101325 \text{ Pa}$  je větší nežli tlak hydrostatický  $p = h \cdot \rho \cdot g$ . Toto může být překvapivé, jelikož my jsme na atmosférický tlak zvyklí a již jej nevnímáme.

### 3.1.19 Podtlak a vakuum

- **Cíle pokusu:**

Názorná ukázka vakua a jeho důsledků.

- **Pomůcky:**

Skleněný poklop, podložka, hadice, tlakoměr, balónek, vývěva.

- **Postup:**

1. Sestavíme vývěvu.
2. Nafoukneme balónek, ale jen velmi málo, aby v průběhu pokusu neprasknul. Pak jej vložíme pod poklop.
3. Snižujeme tlak v báni po dobu asi 30 sekund. Pak vypneme motor a uzavřeme vývod vzduchu z bane.
4. Místo hadice připojíme tlakoměr a znova otevřeme přívod, čímž ověříme tlak v báni.
5. Následně vzduch upustíme a balónek nahradíme rovnoramennými váhami s polystyrenovou koulí
6. Váhy se musí napřed vyvážit, aby byly strany takřka v rovnováze nebo lépe, aby koule byla o něco výš.

7. Pod poklop je umístíme tak, aby se jej nedotýkaly, a pokračujeme jako s balónekem.

- **Teorie:**

Odsáváním vzduchu z uzavřeného prostoru vytváříme podtlak. Pokud by se nám podařilo vysát vzduch všechen tak dosáhneme tzv. vakua. Normální atmosférický tlak má hodnotu  $p_a = 101325 \text{ Pa}$ . Tím, že jej snížíme, se sníží tlak působící na balónek, a tak se začne rozpínat, aby se tlaky uvnitř a vně balónku vyrovnaly. U druhého experimentu nám jde o demonstraci Archimédova zákona. Tím, že odsajeme vzduch, se zmenší vztlaková síla, a tudíž těleso s větším objemem se stane "těžším" nežli těleso malé.

### 3.1.20 Camera obscura

- **Cíle pokusu:**

Seznámit s principem camery obscury.

- **Pomůcky:**

Camera obscura.

- **Teorie:**

Camera obscura je optické zařízení, které je vlastně prázdnou komorou s malou dírkou na jedné straně a průsvitným papírem na straně druhé. Dírkou prochází paprsky světla, ale jelikož je dírka malá dochází k převrácení obrazu. Dříve se tato technologie používala v malířství kde byli schopni si promítnout obraz přímo na plátno a pouze obkreslovat. Toto lze předvést například na plamenu svíčky, neboť je pak dobře viditelný. Toto zařízení je jednoduché na výrobu, takže jeho vytvoření je možné zadat jako projekt pro studenty. A námi používaný exemplář je též výsledkem podobného projektu.

### 3.1.21 Stín a polostín

Návod k použití: *DZS Optika*, Didaktik (2005), Strana 11.

### 3.1.22 Zatmění Slunce a Měsíce

Návod k použití: *DZS Optika*, Didaktik (2005), Strana 12, 13.

### 3.1.23 Zobrazení rovinným zrcadlem

Návod k použití: *DZS Optika*, Didaktik (2005), Strana 14.

### 3.1.24 Zobrazení dutým zrcadlem

Návod k použití: *DZS Optika*, Didaktik (2005), Strana 28.

### 3.1.25 Zobrazení vypuklým zrcadlem

Návod k použití: *DZS Optika*, Didaktik (2005), Strana 29.

### 3.1.26 Lom světla na skle

Návod k použití: *DZS Optika*, Didaktik (2005), Strana 34, 35.

### 3.1.27 Lom světla na vodě

Návod k použití: *DZS Optika*, Didaktik (2005), Strana 32.

### 3.1.28 Obraz vytvořený čočkou

- **Cíle pokusu:**

Vytvořit obraz pomocí spojné a rozptylné čočky na optické lavici.

- **Pomůcky:**

Optická lavice, spojná čočka, rozptylná čočka, lampa, stínítko, šablona s písmenem L.

- **Postup:**

1. Na jeden konec lavice postavíme lampu a na druhý stínítko.
2. Do lampy vložíme šablonu s obrazcem.
3. Připojíme lampu ke zdroji stejnosměrného napětí 12 V.
4. Ukážeme napřed, jak vypadá obraz bez použití čočky.
5. Mezi lampu a stínítko vložíme spojnou čočku a posouváním čočky a stínítka zaostříme obraz.
6. Stejně postupujeme u čočky rozptylné. Zde se nám vytvořit obraz na stínítku nepodaří.

- **Teorie:**

U spojné čočky jsme schopni pozorovat krásně ostrý obraz. U čočky rozptylné se tvoří pouze zdánlivý obraz, takže na stínítku se nám nepodaří obraz zachytit.

### 3.1.29 Krátkozrakost

Návod k použití: *DZS Optika*, Didaktik (2005), Strana 62.

### 3.1.30 Dalekozrakost

Návod k použití: *DZS Optika*, Didaktik (2005), Strana 63.

### 3.1.31 Obraz vytvořený čočkovými dalekohledy

- **Cíle pokusu:**

Znázornit optickou soustavu používanou v dalekohledu.

- **Pomůcky:**

Optická lavice, spojná čočka, lampa, stínítko, šablona s písmenem L.

- **Postup:**

1. Na jeden konec lavice postavíme lampu a na druhý stínítko.
2. Do lampy vložíme šablonu s obrazcem.
3. Připojíme lampu ke zdroji stejnosměrného napětí 12 V.
4. Na lavici umístíme dvě spojně čočky tak, aby byl obraz na stínítku ostrý.

- **Teorie:**

Dvě spojně čočky jsou nejjednodušším modelem dalekohledu. Též je znám pod názvem Keplerův dalekohled. Tento dalekohled neodstraňuje převrácení obrazu a poskytuje nám tak zvětšený, převrácený obraz. Využití nalezne například při pozorování hvězd, kde převrácený obraz je irelevantní.

### 3.1.32 Model Galileova dalekohledu

Návod k použití: *DZS Optika*, Didaktik (2005), Strana 69.

### 3.1.33 Úplný odraz na hranolu

Návod k použití: *DZS Optika*, Didaktik (2005), Strana 44.

### 3.1.34 Disperze na hranolu

Návod k použití: *DZS Optika*, Didaktik (2005), Strana 70.

### 3.1.35 Zákon zachování energie

- **Cíle pokusu:**

Ukázka předání mechanické energie.

- **Pomůcky:**

Rázostroj.

- **Postup:**

1. Ustálíme kuličky, poté jednu vychýlíme a pustíme. Totéž opakujeme se dvěma a třemi vychýlenými kuličkami.

- **Teorie:**

**Zákon zachování mechanické energie:** *Jestliže těleso nebo mechanický systém nepodléhá účinkům okolí, pak součet kinetické a potenciální energie systému zůstává stálý.* Potenciální energie, kterou kuličce dodáme, se přemění na kinetickou, a ta se malou ztrátou předá, a opět se přemění na potenciální. Celková mechanická energie soustavy zůstává. Tedy v neideálním případě zde dochází k malým ztrátám kvůli tření a přeměně na teplo.

### 3.1.36 Kladky

- **Cíle pokusu:**

Praktická ukázka silového působení u různých kladek.

- **Pomůcky:**

Kladky 2x, provázek, stojan se závěsem, siloměr, spojená kladka 2x, kladka s různými průměry.

- **Postup:**

1. Pevnou kladku sestavíme tak, že na stojan zavěsíme kladku a protáhneme jí provázek se závažím. Na opačný konec umístíme siloměr. A vyrovnáme sílu kterou působí závaží.
2. Volnou kladku sestavíme tak, že na stojan připevníme provázek, na provázek navlékneme kladku. Na druhý konec provázku umístíme siloměr. Nakonec na kladku umístíme závaží.
3. Zde sledujeme, o kolik se síla změnila. Až po zavěšení závaží nutno odečíst sílu způsobenou kladkou samotnou.
4. Zkombinujeme dva první kroky. Na stojan upevníme provázek, na něj navlékneme kladku. A druhý konec provázku provlékneme druhou kladkou upevněnou ke stojanu.
5. Na konec provázku umístíme siloměr a sledujeme změnu síly, na něj působící, při zavěšení závaží na volnou kladku.
6. Soustavě více kladek se říká kladkostroj. Sestavíme jej ze dvou párů spojených

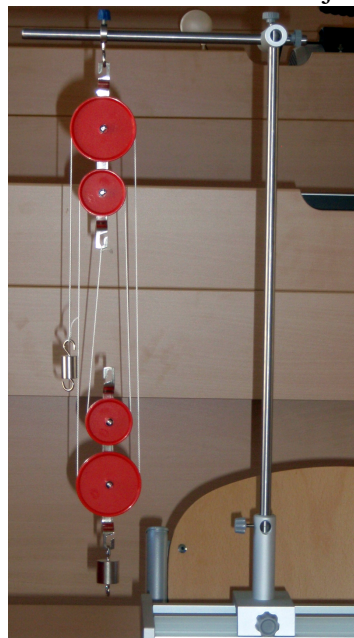
kladek. Jeden pár zavěsíme na stojan. Druhý pár bude sloužit jako kladka volná.

7. Na kladku s různými průměry namotáme provázek se závažičkem na nejmenší průměr kladky a na největší průměr namotáme provázek se siloměrem.

- **Teorie:**

Kladky jsou efektivním nástrojem pro ulehčování fyzické námahy, při přepravě předmětů. Pevná kladka má nejjednodušší využití ze všech kladek vůbec. Jejím účelem je pouze měnit směr působení síly. Volná kladka na druhou stranu půlí sílu, kterou potřebujeme. Často bývá využívána v kombinaci s kladkou pevnou pro snazší manipulaci. Složitějším mechanismem je kladkostroj, který se skládá z více kladek (nemusí být jen 4). Síla potřebná pro udržení závaží o tíhové síle  $F_G$ , kladkostrojem s počtem volných kladek  $n$ , lze spočítat následovně:  $F = \frac{F_G}{2^n}$ . Takové to stroje dokáží vícenásobně snížit potřebnou sílu i směr jejího působení. V takových strojích není nezvyklé využívat i kladky s různým průměrem či kol na hřídeli. Na kladce s různým průměrem využíváme momentové věty  $F_1 \cdot r_1 = F_2 \cdot r_2$ . Kde se nám síla potřebná k vyzdvižení závaží sníží na úkor rychlosti vyzdvižení. Důležité je si povšimnout že vykonáváme stejnou práci  $w = F \cdot s$ , i když vynakládáme menší sílu.

**Obrázek 1:**Kladkostroj.





### 3.1.37 Měrná tepelná kapacita

- **Cíle pokusu:**

Určit měrnou tepelnou kapacitu pevné látky.

- **Pomůcky:**

Kalorimetr, rychlovarná konvice, odměrný válec, kovový váleček, teploměr rtuťový a laserový, váhy, kádinka, chemické kleště.

- **Postup:**

1. Pomocí infračerveného teploměru změříme teplotu nádoby kalorimetru.
2. V konvici uvaříme vodu, tu odměříme následně v odměrném válci a po ustálení změříme teplotu vody.
3. Nalijeme do kalorimetru a necháme opět ustálit. Změříme výslednou teplotu vody.
4. Vypočteme tepelnou kapacitu kalorimetru. V našem případě:  $C = 187,7 \text{ J} \cdot \text{K}^{-1}$
5. Kalorimetr ochladíme studenou vodou. Po ustálení změříme jeho teplotu.
6. Zvážíme kovový válec.
7. Kovový válec zalijeme vroucí vodou v kádince a po ustálení změříme teplotu.
8. Válec přesuneme do kalorimetru a necháme ustálit.
9. Změříme teplotu vody a vypočteme výslednou měrnou tepelnou kapacitu kovového válce a porovnáme s tabulkami.

- **Teorie:**

Tepelná kapacita je veličina, která udává, kolik tepla musíme tělesu dodat, abychom jej ohřáli o jeden stupeň:  $C = \frac{Q}{\Delta t}$ . Po vydělení hmotností dostáváme měrnou tepelnou kapacitu. Ta je vlastností látky a značíme ji  $c$ . Na středoškolské úrovni je brána jako konstanta, ale ve skutečnosti se mění v závislosti na teplotě. Hodnota, kterou udávají tabulky, je určena za pokojové teploty. K výpočtu  $c$  z experimentálních hodnot využijeme kalorimetrickou rovnici. Na jednu stranu rovnice dáme teplo přijímané na druhou odevzdané:  $(c \cdot m_1 \cdot \Delta t_1) + (C_k \cdot \Delta t_1) = (c_v \cdot m_v \cdot \Delta t_v)$ . Zde značíme indexem  $k$  ty veličiny co jsou spjaty s kalorimetrem a s indexem  $v$  ty s vodou. Po úpravě získáme vzorec pro výpočet měrné tepelné kapacity válce:  $c = \frac{(c_v \cdot m_v \cdot \Delta t_v) - (C_k \cdot \Delta t_1)}{m_1 \cdot \Delta t_1}$ . V našem případě vyšla hodnota  $c = 512,5 \text{ J} \cdot \text{kg}^{-1} \cdot \text{K}^{-1}$ , která se od tabulkové hodnoty pro ocel příliš neliší:  $c = 469 \text{ J} \cdot \text{kg}^{-1} \cdot \text{K}^{-1}$ .

**Tabulka 1: Naměřené hodnoty**

	m [kg]	t <sub>1</sub> [°C]	t <sub>2</sub> [°C]	Δt [°C]
Válec	0,322	73	23	50
Voda 1	0,351	18	23	5
Kalorimetr		20	65	45
Voda 2	0,184	76	65	11

### 3.1.38 Demonstrační pomůcka na tepelnou vodivost

- **Cíle pokusu:**

Ukázka různých tepelných vodivostí kovů.

- **Pomůcky:**

Pomůcka na demonstraci tepelné vodivosti, kahan, trojnožkový stojan, kapátko.

- **Postup:**

1. Do důlků na okrajích plíšků dáme vodu pomocí kapátka a umístíme na stojánek.
2. Zapálený kahan umístíme doprostřed a sledujeme, která kapka vody se začne vařit první.

- **Teorie:**

Tepelná vodivost představuje rychlost s jakou se dokáže teplo šířit daným materiálem.

$\lambda = Q \cdot \frac{d}{t \cdot S \cdot \Delta T}$ . Zde  $t$  je čas,  $S$  je plocha kolmá ke směru toku,  $Q$  je teplo které projde za daný čas,  $d$  je vzdálenost a  $\Delta T$  je rozdíl teplot. Měříme čas, za který voda začne vařit, jelikož k dosažení bodu varu potřebuje voda získat ve všech případech stejné teplo. Předpokládáme, že kapky mají stejný objem a počáteční teplotu.

### 3.1.39 Bod varu

- **Cíle pokusu:**

Ukázka změny bodu varu vody s tlakem.

- **Pomůcky:**

Kádinka, teploměr, vaříč, vývěva se skleněným poklopem, tlakoměr.

- **Postup:**

1. Vodu v kádince ohřejeme asi na 80°C a vložíme i s teploměrem pod skleněný poklop.
2. Snižujeme tlak pod poklopem a sledujeme, kdy začne voda vřít.
3. Změříme tlak pod poklopem a teplotu vody.

4. Změříme teplotu bodu varu při atmosférickém tlaku.

- **Teorie:**

Teplota bodu varu je závislá na tlaku. S rostoucím tlakem stoupá i teplota bodu varu. Tohoto bývá využíváno při vaření v Papinově hrnci, kde chceme vařit při větších teplotách. My naopak ukazujeme, že při snížení tlaku dochází k varu dříve. Závislosti bodu varu na tlaku bylo využíváno u některých parních lokomotiv, kde se voda uváděla ve var při zvýšeném tlaku. V takových lokomotivách bylo možné přestat topit a tvořit páru pouhým upouštěním páry. Při upuštění páry došlo ke snížení tlaku, tudíž i snížení bodu varu, a tak se vytvořila pára nová. Tento proces se opakoval, dokud se tlak v rezervoáru nevyrovnal s atmosférickým.

### 3.1.40 Stojaté vlnění

- **Cíle pokusu:**

Demonstrace stojatého vlnění na gumičce.

- **Pomůcky:**

Gumička, generátor funkcí, generátor vln, stojan.

- **Postup:**

1. Připojíme generátor vln ke generátoru funkcí.
2. Na generátor vln přivážeme gumičku, přičemž druhý konec upevníme ke stojanu.
3. Měníme frekvenci a pozorujeme uzly tvořící se na gumičce.

- **Teorie:**

Na gumičce se vytvoří vlnové uzly. Jsou to body které zůstávají v klidu. Počet uzlů je závislý na délce provázku  $l$  a frekvenci  $f$ . Uzly jsou od sebe vzdáleny  $\frac{\lambda}{2}$ , z čehož dokážeme určit  $\lambda$ , jelikož když uchopíme provázek tak, že se vytvoří jeden uzel uprostřed a pak na každém kraji jeden, tak délka  $l = \lambda$ . Jelikož známe vlnovou délku a frekvenci vlnění, tak lze určit rychlost šíření vlny:  $v = \lambda \cdot f$ .

### 3.1.41 Stojaté vlnění na smyčce

- **Cíle pokusu:**

Ukázka stojatého vlnění na smyčce o různých frekvencích.

- **Pomůcky:**

Generátor funkcí, generátor vln, smyčka z drátu.

- **Postup:**

1. Připojíme generátor vln ke generátoru funkcí.
2. Na generátor vln připevníme smyčku z drátu.
3. Měníme frekvenci a pozorujeme tvořící se uzly a kmitny.

- **Teorie:**

Na drátku se vytvoří vlnové uzly. Jsou to body které zůstávají v klidu. Počet uzlů je závislý na frekvenci  $f$ . Tento pokus je cestou k mikrosvětlu. Je možné na něm modelově demonstrovat Bohrov model atomu.

### 3.1.42 Ladička

- **Cíle pokusu:**

Znázornění, že zvuk je mechanické vlnění a jeho zdrojem může být právě kmitající objekt.

- **Pomůcky:**

Ladička, podstavec pro ladičku, ping-pongový míček na provázku

- **Postup:**

1. Upevníme ladičku na podstavec a rozeznáme ji paličkou.
2. Přiblížíme ping-pongový míček k ladičce a necháme jej se od ní odrazit.

- **Teorie:**

Zvuk je mechanické vlnění vzduchu, které vnímáme pomocí našich uší. Kvůli jeho frekvenci nevidíme na ladičce, že by kmitala, a proto toto kmitání zvýrazníme pomocí míčku.

### 3.1.43 Odraz a ohyb vlnění

- **Cíle pokusu:**

Ukázka chování příčného vlnění v interakci s překážkou.

- **Pomůcky:**

Souprava s tankem.

- **Postup:**

1. Sestavíme tank:
  - K rámu se sklem přišroubujeme nožičky tak, aby rám byl ve vodorovné poloze.
  - Na druhou stranu rámu přišroubujeme dvě tyčky. Na ty umístíme plastový držák na generátor funkcí.
  - K rohu připevníme gumovou hadičku pro výtok vody. Trubičku sepne-

kou obsaženou v sadě a pod ní umístíme nádobu na sběr vody.

- Do rámu nalijeme vodu a podle hladiny vyrovnáme rám do vodorovné polohy.
- Připevníme generátor kmitů na držák a zapojíme jej do elektřiny.
- Pod rám umístíme zkosené zrcadlo, abychom mohli promítat na stěnu. Případně přidáme stínítko pro ostřejší obraz.

2. K jedné straně tanku umístíme generátor kmitů.
3. Do tanku vložíme plastovou překážku obsaženou v soupravě. Překážka musí vyčnívat nad hladinu, a tak popřípadě upravíme množství vody v tanku.
4. Na generátoru vln užijeme tlačítko pro automatické nastavení frekvence a pozorujeme. (Sladí se frekvence kmitů a frekvence blikání světa)

● **Teorie:**

Vlnění přes pevnou překážku přímo neprojde, ale studentovi se může zdát, že ji obtéká. Abychom pochopili odraz a lom vlnění musíme pochopit princip jakým se vlnění šíří. to nám vysvětluje Huygensův princip: *Každý bod vlnoplochy, do něhož dospělo vlnění v určitém okamžiku, můžeme pokládat za zdroj elementárního vlnění, které se z něho šíří v elementárních vlnoplochách. Vlnoplocha v dalším časovém okamžiku je vnější obalová plocha všech elementárních vlnoploch.* Když si toto uvědomíme, tak nám již toto obtékání předmětů nepřijde zvláštní. Co se týče odrazu vlnění, uplatňuje se zákon odrazu, který nám říká, že úhly dopadu a odrazu jsou stejné. I tento zákon je důsledkem Huygensova principu.

**Obrázek 2:** Vodní nádrž.



### 3.1.44 Šíření zvuku

- **Cíle pokusu:**

Dokázat, že k šíření zvuku je třeba nějaké medium, jímž je nejčastěji vzduch.

- **Pomůcky:**

Vývěva, skleněná bání, zvonek s vodiči.

- **Postup:**

1. Do skleněné bání připojíme zvonek. Umístíme ho na kus polystyrenu, tak aby se nijak nedotýkal bání.
2. Napřed předvedeme zvuk zvonku za normálního tlaku.
3. Poté tlak snižujeme až, dokud je zvonek takřka neslyšitelný.

- **Teorie:**

Zvuk je mechanické vlnění, které se šíří vzduchem a my jej registrujeme pomocí našich uší. Když odčerpáme vzduch z bání, zvuk se nemá čím šířit, takže k našim uším nedojde. My nedokážeme vytvořit úplné vakuum, a proto zvuk zvonku stále slyšíme, ale jen velice slabě. V řídkém vzduchu totiž není dost částic, a dochází tak ke značné ztrátě intenzity.

### 3.1.45 Oerstedův pokus

- **Cíle pokusu:**

Ukázat magnetické pole přímého vodiče, kterým protéká proud.

- **Pomůcky:**

vodiče 3x, magnetka, stojánek s upevněním 2x.

- **Postup:**

1. Mezi stojánky upevníme vodič a připojíme ke zdroji stejnosměrného napětí 6 V - 12 V.
2. Pod napjatý vodič umístíme magnetku a sledujeme její výchylku při různých proudlech a různých pozicích.

- **Teorie:**

Rovný vodič s proudem kolem sebe generuje magnetické pole. Toto pole lze znázornit pomocí magnetky, neboť ta se srovná se směrem indukčních čar.

### 3.1.46 Reproduktor

- **Cíle pokusu:**

Ukázka principu funkčnosti reproduktoru.

- **Pomůcky:**

Reproduktor, vodiče 2x.

- **Postup:**

1. Připojíme ke zdroji stejnosměrného proudu.
2. Měníme směr a velikost proudu a sledujeme výchylku membrány. (Změna výchylky je patrná okem při sepnutí obvodu, tak je dobré sepnutí několikrát zopakovat.)

- **Teorie:**

Reproduktor je nástroj dovolující nám přeměnit elektrický proud na zvuk. Podle velikosti proudu jdoucího do reproduktoru dochází k výchylce membrány. Zvuk je vlnění šířící se vzduchem, a proto se dá za pomoci kmitání membrány rozkmitat vzduch, a tak vytvořit zvuk. Pokud připojíme reproduktor ke zdroji stejnosměrného napětí, dojde k jednorázovému, okem pozorovatelnému, vychýlení membrány.

### 3.1.47 Ohmův zákon

- **Cíle pokusu:**

Získat závislost proudu na napětí.

- **Postup:**

Návod k použití: *DZS Elektřina*, Didaktik (2013), Strana 32, 34.

### 3.1.48 Zapojení rezistorů

Návod k použití: *DZS Elektřina*, Didaktik (2013), Strana 103, 105.

### 3.1.49 Motory

Návod k použití: *DZS Elektřina*, Didaktik (2013), Strana 204.

### 3.1.50 Magnetická síla

- **Cíle pokusu:**

Ukázka silového působení magnetického pole na vodič.

- **Pomůcky:**

Vodič 2x, aparát pro demonstraci, zdroj napětí.

- **Postup:**

1. Zapojíme aparát pomocí vodičů ke zdroji stejnosměrného napětí.
2. Střídáme směry zapojení, abychom ukázali aplikaci pravidla levé ruky.

- **Teorie:**

Permanentní magnety stejně jako vodič s proudem jsou zdrojem magnetického pole. Magnetické pole běžně popisujeme pomocí indukčních čar. Permanentní magnety nám zde vytvoří homogenní magnetické pole orientované od severního pólu magnetu k jižnímu. A vodič vytvoří pole, kde indukční čáry tvoří kružnice různých průměrů kolem vodiče. Podle orientace indukčních čar se magnetická indukce pole zvětší mají-li stejný směr a nebo zmenší, když jdou proti sobě. Takto vytvořená nehomogenita nám generuje sílu, která se snaží navrátit do systému rovnováhu tím, že sune vodič z hustšího pole do řidšího. Pro určení směru této síly existuje Flemingovo pravidlo levé ruky: *Pokud prsty ukazují směr proudu a indukční siločáry vnějšího magnetického pole vstupují do dlaně, pak palec ukazuje směr síly, kterou působí vnější magnetické pole na vodič s proudem.*

### 3.1.51 Katodové záření

- **Cíle pokusu:**

Ukázka katodového paprsku.

- **Pomůcky:**

Katodová baňka, vodič s krokodýlkem 4x, zdroj vysokého napětí.

- **Postup:**

1. Připneme krokodýlky k baňce a vodiče zapojíme do zdroje.
2. Zdroj nastavíme na 4 kV.
3. K baňce přiložíme magnet abychom ukázali, že katodový paprsek jakožto proud elektronů se dá vychýlit magnetickým polem.
4. Připojíme horní a dolní stranu baňky ke zdroji stejnosměrného napětí. Ukážeme tím, že paprsek reaguje na elektrické pole.

- **Teorie:**

Katodové záření vzniká ve vakuu či řídkém plynu při vysokém napětí mezi katodou a anodou. Jedná se o svazek elektronů, které jsou emitovány z katody. Právě katodové záření stálo za prvním popsáním elektronů. Katodový paprsek interaguje jak s magnetickým tak s elektrickým polem. toho se využívalo ve starých televizorech.



### 3.1.52 Vzájemné působení dvou vodičů s proudem

- **Cíle pokusu:**

Ukázat výsledek silového působení mezi dvěma přímými vodiči.

- **Pomůcky:**

Stojan, vodiče 4x, krátké propojovací vodiče 2x, zdroj napětí.

- **Postup:**

1. Připevníme na stojan svisle dva rovnoběžné vodiče tak, aby nebyly zcela napnuté.
2. Vodiče umístíme co nejblíže k sobě, ale ne natolik, aby se dotýkaly.
3. Horní část propojíme vodičem a spodní připojíme ke zdroji tak, aby se utvořil z vodičů jednoduchý obvod. (sériové zapojení)
4. Pro druhou část pokusu se vrátíme k bodu dva.
5. Opět propojíme vodiče v horní části, a stejně tak v dolní části. Zdroj připojíme tak, že jeden konec zapojíme k propojovacímu vodiči nahoře a druhý k vodiči dole. (paralelní zapojení)

- **Teorie:**

Přímí vodič má kolem sebe magnetické pole, když jím protéká proud. Magnetické indukční čáry tohoto pole jsou soustředné kružnice s vodičem v jejich středu. Pokud umístíme druhý vodič do tohoto pole, působí na něj magnetická síla. Směr síly se určuje pomocí Flemingova pravidla levé ruky: *Položíme-li otevřenou dlaň levé ruky na vodič, kterým protéká proud tak, aby prsty ukazovaly směr proudu a indukční čáry vstupovaly do dlaně, odtažený palec ukazuje směr síly, kterou působí magnetické pole na vodič.* Tuto sílu lze vyjádřit vztahem:  $F_m = \frac{\mu}{2 \cdot \pi} \cdot \frac{I_1 \cdot I_2}{d} \cdot l$ . Zde je  $\mu$  permeabilitou prostředí,  $d$  je vzdálenost vodičů,  $l$  délka měřené části vodičů a  $I$  je proud protékající vodičem. (V našem případě jsou proudy stejné.)

### 3.1.53 Elektromagnetická indukce s cívkou

- **Cíle pokusu:**

Dokázat indukci na cívce a platnost Lenzova zákona.

- **Pomůcky:**

Cívka s jádrem, vodivý kroužek, provázek, stojan, vodiče 2x, zdroj napětí.

- **Postup:**

1. Na stojan zavěsíme vodivý kroužek. Umístíme jej tak, aby volně visel a procházela

jím část jádra cívky.

2. Připojíme cívku ke zdroji stejnosměrného napětí. Zapojení opakujeme a sledujeme výchylku kroužku.

- **Teorie:**

Změnou velikosti proudu v cívce dojde ke vzniku proměnného magnetického pole. Toto pole indukuje elektrický proud v kroužku. Z Lenzova zákona víme, že Magnetické pole kroužku má opačný směr nežli pole cívky, a proto se začnou navzájem odpuzovat.

### **3.1.54 Generátor stejnosměrného proudu**

Návod k použití: *DZS Elektřina*, Didaktik (2013), Strana 194.

### **3.1.55 Vyšetření průběhu střídavého a stejnosměrného proudu osciloskopem**

- **Cíle pokusu:**

Ukázat průběh proudu na osciloskopu.

- **Pomůcky:**

Osciloskop, ZES sada elektronika, vodiče 2x, zdroj napětí.

- **Postup:**

1. Pomocí sady poskládáme jednoduchý obvod s přidaným rezistorem.
2. Připojíme ke zdroji střídavému napětí.
3. Sondu osciloskopu přikládáme, není nutné ji k obvodu upevňovat.
4. Nastavíme osciloskop tak, aby byla sinusoida dobře viditelná.
5. Stejně postupujeme i pro proud stejnosměrný. (Zde sinusoidu nezaznamenáme.)

- **Teorie:**

Střídavý proud značíme AC (alternating current). Zobrazuje se jako sinusoida oproti stejnosměrnému proudu (direct current), který se zobrazuje jako konstantní hodnota.

### **3.1.56 Transformátor**

Návod k použití: *DZS Elektřina*, Didaktik (2013), Strana 172.

### **3.1.57 Termistor a fotorezistor**

Návod k použití: *DZS Elektronika*, Didaktik (2013), Strana 15, 18, 19.

### 3.1.58 Dioda

- **Cíle pokusu:**

Získat voltampérovou charakteristiku diody.

- **Postup:**

Návod k použití: *DZS Elektronika, Didaktik (2013), Strana 27.*

- **Poznámka:**

Místo osciloskopu použijeme ampérmetr a voltmetr k měření charakteristiky.

### 3.1.59 Fotodioda

Boffin 100 manuál, ConQuest entertainment a.s. (2013), Projekt 74, Strana 36.

### 3.1.60 Tranzistor jako zesilovač

Návod k použití: *DZS Elektronika, Didaktik (2013), Strana 40.*

### 3.1.61 Pozorování barevného spektra vodíku

- **Cíle pokusu:**

Rozložení barevného spektra vodíku na spektrální čáry pomocí spektrometru.

- **Pomůcky:**

Spektrometr, vodíková trubice, napájený držák na trubice.

- **Postup:**

1. Nasadíme vodíkovou trubici do stojanu a nastavíme vstupní otvor spektrometru na její střed. (Pro vyrovnání výšek postačí kniha.)
2. Optický hranol umístíme tak, aby světlo procházelo jeho rohem.
3. Rozsvítíme trubici a nastavíme otočné rameno tak, abychom pozorovali první viditelnou čáru.

- **Teorie:**

Spektrum prvku obsahuje jen některé barvy a pomocí vlnových délek těchto barev se dá určit prvek, který je vyzařuje. Tímto se zabývá spektrální analýza a využívá se například při pozorování vesmírných objektů, kde se takto dá zjistit jejich přibližné prvkové složení a ze spojitého spektra i teplota.

### 3.1.62 Volný pád

- **Cíle pokusu:**

Demonstrace volného pádu za sníženého tlaku.

- **Pomůcky:**

Newtonova trubice, vývěva.

- **Postup:**

1. Uchopíme trubici tak, aby byly pírko i mince na jedné straně.
2. Trubicí uchopíme nejprve tak, aby byla vodorovně se zemí. Pak prudce otočíme.
3. Poté odsajeme vzduch z trubice a předvedeme totéž ve vakuu.
4. Vzduch znovu pustíme do trubice a demonstrujeme ještě jednou, aby si studenti povšimli rozdíl.

- **Teorie:**

Volný pád je rovnoměrně zrychlený pohyb. Těleso na povrchu Země je urychlováno tíhovým zrychlením  $g = 9,81 \text{ m} \cdot \text{s}^{-2}$ . Rychlost, kterou se těleso pohybuje směrem k zemi,  $v = g \cdot t$  vzrůstá přímo úměrně s časem. Z toho plyne, že nezávisí na hmotnosti tělesa, což se zdá odporovat zkušenosti, jelikož normálně počítáme s odporem vzduchu, který působí na těleso v atmosféře. Za sníženého tlaku je malý odpor vzduchu, a tak můžeme potvrdit vzorec pro rychlost rovnoměrně zrychleného tělesa tím, že necháme padat dvě tělesa různé hmotnosti. Sledujeme čas, za který vykonají stanovenou dráhu  $s = \frac{1}{2} \cdot g \cdot t^2$ . Ten je v rámci přesnosti pozorování zrakem stejný.

### 3.1.63 Druhý pohybový zákon na vzduchové dráze

- **Cíle pokusu:**

Ukázat závislost zrychlení na působící síle.

- **Pomůcky:**

Vzduchová dráha se zarážkami, fukar, vozík se závažími a háčkem, ultrazvukový senzor, stojan na senzor, provázek, závaží k zavěšení, pevná kladka, papírový terčik pro senzor.

- **Postup:**

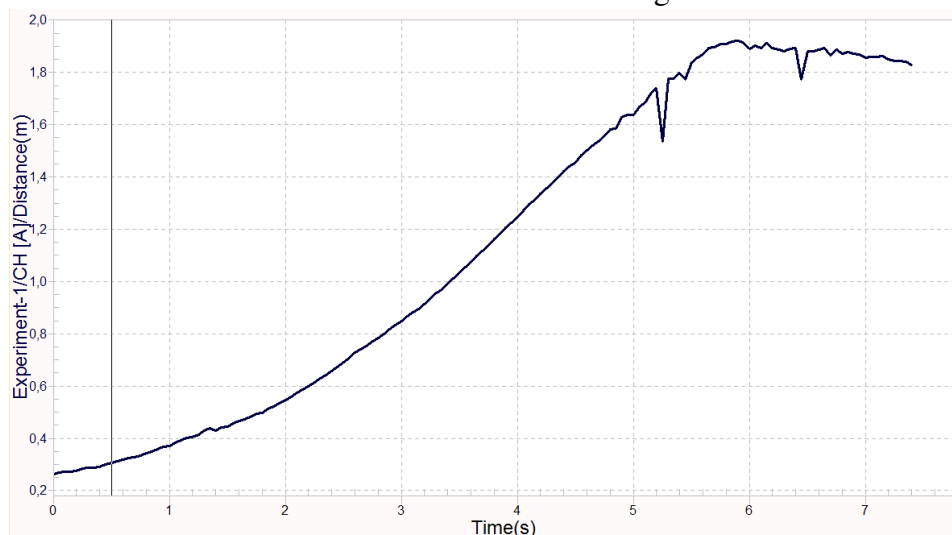
1. Sestavíme vzduchovou dráhu. Na konec umístíme zarážku a připojíme k fukaru.
2. Na dráhu umístíme vozík který zatížíme závažím pro snížení zrychlení.
3. Na vrchol vozíku umístíme terčik pro senzor.
4. Senzor nastavíme tak, aby snímal terčik a nastavíme jej na měření dráhy.

5. Je vhodné si povolat asistenta z řad studentů neboť trigger senzoru nemá uspokojivě velkou citlivost.
6. Zapneme fukar a vyrovnáme dráhu tak, aby se vozík ve prostřed dráhy samovolně nepohyboval.
7. Poté k vozíku upevníme závaží prostřednictvím provázku a pevné kladky.
8. Vozík umístíme na kraj dráhy, po spuštění senzoru jej pustíme a on se rozjede díky tíhové síle daného závaží.
9. Pokus provedeme se závažími o hmotnosti 2,5 a 5 g.
10. Následně zvětšíme závaží vozíku o 100g.

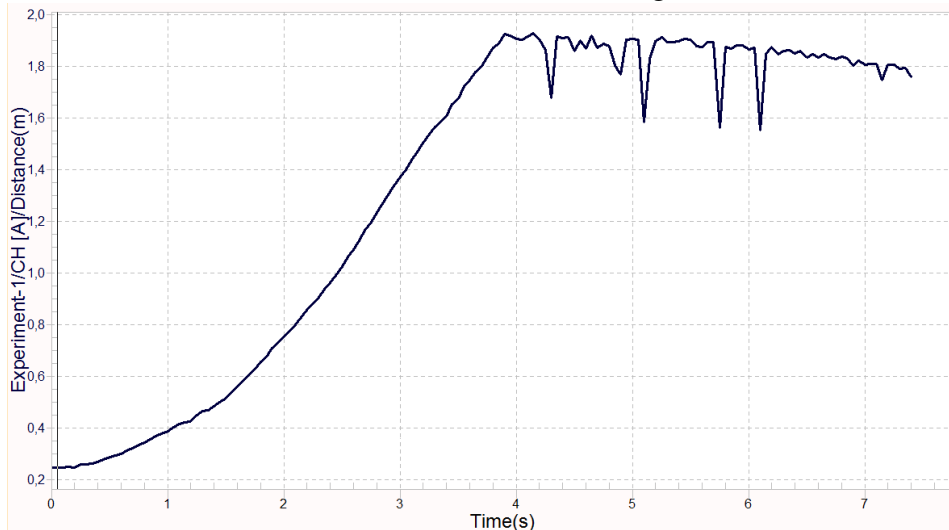
• **Teorie:**

**Druhý pohybový zákon:** *Jestliže na těleso působí síla, pak se těleso pohybuje se zrychlením, které je přímo úměrné výsledné působící síle a nepřímo úměrné hmotnosti tělesa.* Zde působí na těleso síla  $F = m_1 \cdot g$ , kde  $m_1$  je hmotnost závaží. Tato síla dodává zrychlení celé soustavě, které musíme počítat jako:  $a = \frac{F}{m_1 + m_2}$ , kde  $m_2$  je hmotnost vozíku. Třecí sílu zde zanedbáváme, protože se vozík pohybuje na vzduchovém polštáři, kde je tření minimální. Dráha zrychleného pohybu je kvadratická funkce času:  $s = \frac{1}{2} \cdot a \cdot t^2$ . Z toho je zřejmé, že čím je větší zrychlení, tím tato funkce rychleji roste a naopak (viz grafy 3 až 5).

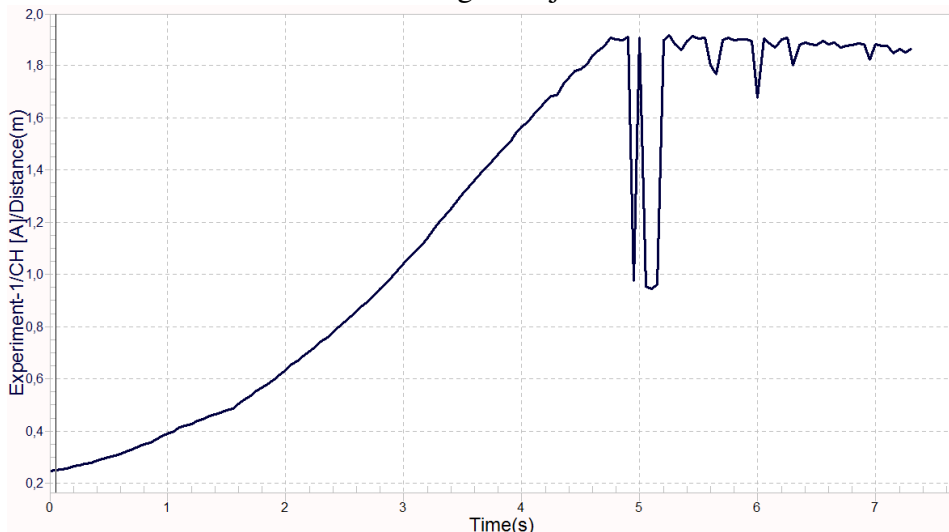
**Graf 3:** Dráha se závažím 2g.



**Graf 4:** Dráha se závažím 5g.



**Graf 5:** Dráha se závažím 5g a dvojnásobnou váhou vozíku.



### 3.1.64 Srážky na vzduchové dráze

- **Cíle pokusu:**

Demonstrace vlastností srážek na vzduchové dráze.

- **Pomůcky:**

Vzduchová dráha, fukar, vozík se závažím 2x, zarážka, násady na vozíky, senzor, terčik na senzor, stojan.

- **Postup:**

1. Vzduchovou dráhu zapojíme k fukaru a umístíme zarážky.
2. Zapneme motor a pomocí vozíků vyrovnáme dráhu tak, aby vozík stál v klidu.
3. Na vozíky dáme závaží tak, aby vážily stejně. Na jednu jejich stranu umístíme nástavec podle toho, jakou srážku chceme předvést. Pro dokonale pružnou srážku

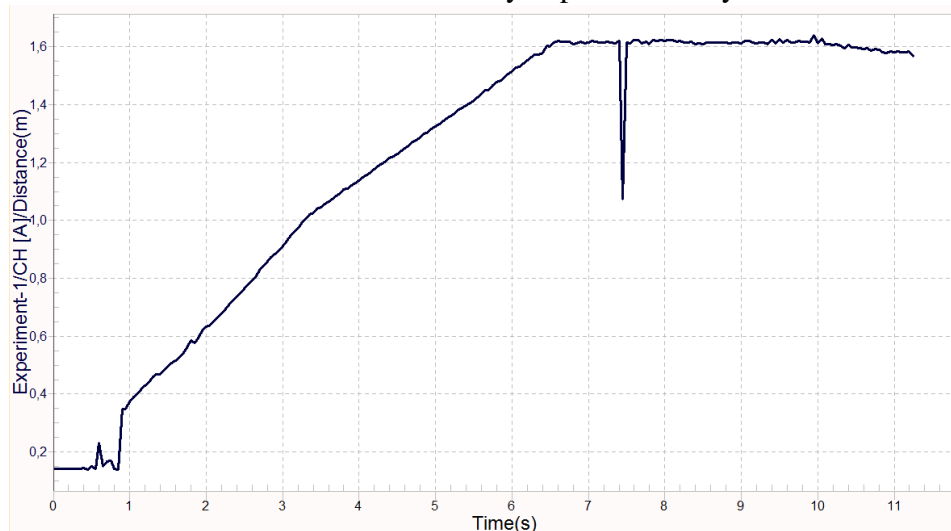
zvolíme ohnutý plíšek, pro obecnou srážku zvolíme kovové špalíky a nakonec pro deformační zvolíme plastelínu a hrot.

4. Na jeden konec umístíme tlačítko pro odstartování vozíku.
5. K němu umístíme vozík a druhý vozík umístíme doprostřed dráhy, kde zůstává v klidu.
6. Pomocí tlačítka uvedeme vozík do pohybu a sledujeme změnu po srážce.

- **Teorie:**

Při srážce dochází k předávání energie a hybnosti. Kinetická energie tělesa v pohybu se přemění na kinetickou energii, která se rozdělí mezi obě tělesa, a na vnitřní energii tělesa. Při dokonale pružné srážce platí zákon zachování mechanické energie a zákon zachování hybnosti, jelikož nedojde k přeměně na vnitřní energii. Při deformační srážce dojde k částečné přeměně energie na vnitřní energii tělesa, proto zde neplatí zákon zachování mechanické energie. U této srážky lze demonstrovat zákon zachování hybnosti. Na grafu 6 je vidět, jak poklesne nárůst dráhy (rychlost) po srážce, při níž se oba vozíky spojí.

**Graf 6:** Záznam dráhy nepružné srážky.



### 3.1.65 Demonstrace volného pádu a vodorovného vrhu

- **Cíle pokusu:**

Demonstrace rozkladu vodorovného vrhu na jeho pohybové složky.

- **Pomůcky:**

Aparatura na demonstraci vodorovného vrhu, 2 x kovová kulička (obsažena v aparatuře).

- **Postup:**

1. Aparaturu umístíme na okraj stolu, takovým způsobem, že před ní bude alespoň dva metry dlouhý úsek vodorovné podlahy.
2. Natáhneme aparaturu a do kruhových otvorů umístíme kuličky.
3. Jednou rukou přidržujeme aparaturu a druhou zmáčkne spoušť.
4. Pokus provedeme alespoň dvakrát, aby se studenti ujistili, že pozorovaný jev nebyl náhodný.

- **Teorie:**

Vodorovný vrh můžeme rozdělit do volného pádu a rovnoměrného přímočarého pohybu. To zde dokazujeme pomocí času dopadu. Obě kuličky dopadnou na zem ze stejné výšky ve stejný čas. Ovšem dopadnou na jiné místo a to je rozdíl mezi volným pádem a vodorovným vrhem.

### 3.1.66 Moment síly

- **Cíle pokusu:**

Ověření momentové věty.

- **Pomůcky:**

Závažička 50 g, stojan, páka s kolíčky pro zavěšení, osička, siloměr.

- **Postup:**

1. Na stojan upevníme osičku a na ní nasadíme páku.
2. Změříme tíhovou sílu, kterou představuje jedno závaží pomocí siloměru.
3. Zavěsíme na páku závaží tak, aby dvě závažička byla na jedné straně páky a tři na druhé. (Tak, abychom zachovali rovnovážný stav páky.)
4. Pokus opakujeme pro jiná rozmístění závaží.

- **Teorie:**

Moment síly  $M$  je vektor, jehož směr určujeme pravidlem pravé ruky: *Položíme-li pravou ruku na těleso tak, aby prsty ukazovaly směr otáčení tělesa, pak vztyčený palec ukazuje směr momentu síly.* Velikost momentu síly  $M = F \cdot d$  je součin síly  $F$  a na ní kolmého ramena síly  $d$  procházejícího osou otáčení. Výsledný moment sil působících na těleso je součtem všech momentů sil. Momentová věta: *Otáčivé účinky sil působících na tuhé těleso otáčivé kolem nehybné osy se navzájem ruší, je-li vektorový součet momentů všech sil vzhledem k ose otáčení nulový.* Toto dokazujeme právě různými konfiguracemi



momentové věty.

### 3.1.67 Rozklad sil

- **Cíle pokusu:**

Praktická ukázka rozkladu sil.

- **Pomůcky:**

Stojan 2x, siloměr 2x, závažíčka, závěsná tyčka.

- **Postup:**

1. Na stojany zavěsíme siloměr a na siloměry zavěsíme tyčku.
2. Zavěsíme závažíčka na tyč přesně mezi siloměry.
3. Posuneme závažíčka k jednomu ze siloměrů a sledujeme rozdíl.

- **Teorie:**

Při pokusu pozorujeme na siloměrech že síly se rozdělují rovnoměrně pokud je vzdálenost působíště síly stejná pro oba závěsy. Pokud posuneme závaží k jednomu ze siloměrů, tak se síla rozkládá nerovnoměrně. Toto vyplývá z momentů sil, které se zde musí rovnat:

$$F_1 \cdot d_1 = F_2 \cdot d_2$$

### 3.1.68 Demonstrační pomůcka na izotermický děj

- **Cíle Pokusu:**

Změřit závislost tlaku na objemu při izotermickém ději.

- **Pomůcky:**

Boyle–Mariottův přístroj.

- **Postup:**

1. Otevřeme vzduchotěsný uzávěr a nastavíme píst doprostřed stupnice.
2. Poté uzavřeme uzávěr a píst stlačíme o jeden stupeň.
3. Necháme vyrovnat teploty a zapíšeme hodnotu z barometru.
4. Takto postupujeme i nadále, dokud nenaměříme uspokojivé množství hodnot.

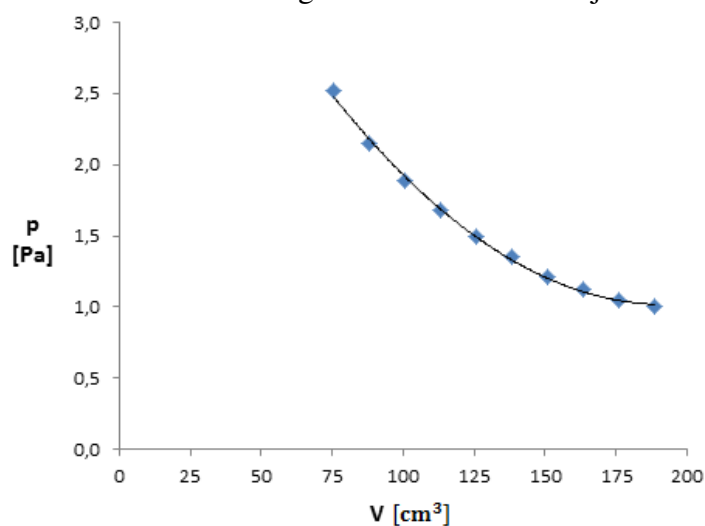
- **Teorie:**

Při izotermickém ději platí  $p \cdot V = K$ , kde  $K$  je konstanta. Jedná se o úpravu stavové rovnice ideálního plynu:  $p \cdot V = n \cdot R \cdot T$ , kde  $R$  je konstanta a  $T$ ,  $n$  v tomto případě za konstantu považujeme.

**Tabulka 2:** PV diagram izotermického děje.

V [cm <sup>3</sup> ]	p [Pa]
75	2,5
88	2,2
101	1,9
113	1,7
126	1,5
138	1,4
151	1,2
163	1,1
176	1,1
188	1,0

**Graf 7:** PV diagram izotermického děje.



### 3.1.69 Interference vlnění

- **Cíle pokusu:**

Ukázat interferenci vlnění na vodní hladině.

- **Pomůcky:**

Souprava s tankem, generátor funkcí, generátor kmitů.

- **Postup:**

1. Sestavení tanku: Odraz a ohyb vlnění, str 28.
2. Jeden generátor kmitů připojíme ke generátoru funkcí, jenž je součástí tanku, a druhý ke generátoru funkcí externímu.
3. Nastavíme je tak, aby se dotýkaly hladiny asi pět centimetrů od sebe.

- **Teorie:**

Při této demonstraci žáky upozorníme na dva jevy. První je, že kruhy tvořené na hladině

se neovlivňují navzájem, co se tvaru a frekvence týče. Druhým jevem, který stojí za uvedením, je samo skládání vlnění, neboli interference vlnění. Jedná se zde o sčítání výchylek jednotlivých vln. V některých bodech se vlna vyruší, zatímco v jiných se výška amplitudy zvětší.

### 3.1.70 Chladního obrazce

- **Cíle pokusu:**

Vytvoření Chladního obrazců.

- **Pomůcky:**

Generátor funkcí, generátor vln, deska, sůl.

- **Postup:**

1. K generátoru funkcí připojíme generátor vln a na něj umístíme kovovou desku.
2. Desku zlehka posypeme solí.
3. Zapneme generátor funkcí a pomalu zvyšujeme frekvenci a pozorujeme změny na desce.

- **Teorie:**

Na železné desce se tvoří vlnové uzly, které okem nevidíme. Ale díky prášku, který na ní nasypeme, jsme tyto uzly schopni pozorovat. Prášek se totiž začne přesouvat právě do těchto uzlů. Obrazce, které tento prášek vytvoří, se nazývají Chladního obrazce.

### 3.1.71 Přenos vlnění z ladičky

- **Cíle pokusu:**

Rozkmitání ladičky druhou ladičkou.

- **Pomůcky:**

2x ladička, 2x podstavec.

- **Postup:**

1. Umístíme dvě ladičky blízko vedle sebe, tak aby se nedotýkaly.
2. Jednu ladičku rozeznáme pomocí paličky.
3. Za okamžik rukou utlumíme ladičku, kterou jsme rozezněli paličkou.
4. Nasloucháme druhé ladičce.

- **Teorie:**

Jelikož zdrojem zvuku bude ladička o stejné frekvenci jako ladička cílová, tak dokážeme

cílovou ladičku rozkmitat natolik, že bude vydávat krásný hlasitý tón. Jedná se zde o přenos mechanické energie pomocí mechanického vlnění, neboli zvuku.

### 3.1.72 Přenos vlnění z reproduktoru

- **Cíle pokusu:**

Ladička jako detektor frekvence.

- **Pomůcky:**

Ladička, podstavec pro ladičku, generátor funkcí, reproduktor.

- **Postup:**

1. Postavíme ladičku na podstavec a do její blízkosti umístíme reproduktor.
2. Pouštíme a vypínáme reproduktor při různých frekvencích.
3. Nutné je brát v potaz, že ladička bude znít vždy slaběji nežli reproduktor, takže je nezbytné zvolit takovou hlasitost, aby se ladička rozezněla slyšitelně, ale aby žáci neztratili citlivost pro danou frekvenci, to by též ladičku neslyšeli.

- **Teorie:**

Každá ladička pracuje na určité frekvenci, nejčastěji 440 Hz. Toho lze využít k tomu, abychom tuto konkrétní frekvenci našli. Tóny o jiné frekvenci nežli rezonanční frekvence ladičky budou též ladičku rozeznávat, ale pouze velmi slabě a povětšinou pro člověka neslyšitelně. Oproti tomu když pustíme do reproduktoru frekvenci shodnou s frekvencí ladičky, tak se ladička rozezná jasně slyšitelným tónem. Tohoto jevu lze dosáhnout i pouhým hlasem, ale to je výzva jen pro zkušené pěvce.

### 3.1.73 Vliv amplitudy a frekvence na tón

- **Cíle pokusu:**

Přiblížíme rovnici vlny ve zjednodušeném tvaru.

- **Pomůcky:**

Generátor funkcí, reproduktor.

- **Postup:**

1. Nastavíme generátor funkcí: napětí na nulu a frekvenci na 2 KHz.
2. Zapojíme reproduktor ke generátoru funkcí.
3. Zvýšíme napětí natolik, aby byl zvuk slyšitelný.
4. Zvyšujeme frekvenci tak, abychom předvedli její dopad na tón.
5. Frekvenci následně opět snížíme.

- **Teorie:**

Předvedeme že amplituda je přímo úměrná hlasitosti a frekvence výšce tónu. To jsou dva nejdůležitější údaje k popisu vlny.

$$y = y_m \cdot \sin(2 \cdot \pi \cdot f \cdot t)$$

Čím větší zvolíme napětí tím větší bude amplituda. To se projevuje na hlasitosti tónu. S větší amplitudou je tón hlasitější. Frekvence na druhou stranu ovlivňuje výšku tónu. Jde o rychlost, s jakou reproduktor kmitá. Čím rychleji kmitá, tím vyšší tón slyšíme.

### 3.1.74 Coulombův zákon

- **Cíle pokusu:**

Názorná ukázka působení Coulombovy síly.

- **Pomůcky:**

Alobalová kulička, provázek, stojan na zavěšení, novodurová tyč, hadřík.

- **Postup:**

1. Zavěsíme kuličku na stojan.
2. Třeme tyč hadříkem.
3. Lehce se dotkneme hadříkem kuličky a pak přiblížíme tyč ke kuličce. Kulička a tyč mají opačný náboj, tak se začnou přitahovat.
4. Kuličku vybijeme a opakujeme druhý krok.
5. Napřed přiložíme ke kuličce tyč a poté opakujeme tření tyče, poté přiblížíme tyč ke kuličce. Zde mají náboj stejný, a tak se odpuzují.

- **Teorie:**

Přiblížením dvou nabitých těles dosáhneme vzájemné silové interakce bez fyzického kontaktu. Když jsou tělesa nabita opačným nábojem, jsou přitahována, kdežto tělesa nabita nábojem stejným jsou odpuzována. Velikostí dané síly se zde nezabýváme.

### 3.1.75 Práce v elektrickém poli

- **Cíle pokusu:**

Ukázat konání práce mezi deskami tvořícími homogenní elektrické pole.

- **Pomůcky:**

Vodivé desky 2x, vodiče 2x, stojan, alobalová kulička na provázku, zdroj vysokého napětí.

- **Postup:**

1. Na stojan zavěsíme kuličku.
2. Umístíme desky navzájem do vodorovné polohy tak, aby kulička byla volně mezi nimi.
3. Připojíme desky ke zdroji vysokého napětí (3 kV).
4. Zlehka se dotkneme kuličkou jedné z desek, a poté pozorujeme pohyb kuličky.

- **Teorie:**

Na vodivé desky je pomocí stejnosměrného zdroje přiveden náboj. Tím se mezi nimi utvoří homogenní elektrické pole. Dotkne-li se kulička desky, osvojí si její náboj a je tím pádem od dané desky odpuzována a k druhé desce přitahována. Kulička začne kmitat mezi deskami. Práci, kterou vykoná elektrické pole na kuličce, si můžeme vyjádřit jako:  $W = F_e \cdot d = |q| \cdot E \cdot d$ , kde  $E$  je intenzita elektrického pole a  $d$  vzdálenost desek. Nutno upozornit, že se jedná o práci vykonanou za jeden kyv.

### 3.1.76 Rozložení náboje

- **Cíle pokusu:**

Ukázat plošnou hustotu náboje na vodivých tělesech různého tvaru.

- **Pomůcky:**

Vodivá tělesa, kovová kulička s nevodivým držadlem, zdroj vysokého napětí, elektroskop, vodiče.

- **Postup:**

1. Připojíme kouli ke zdroji napětí (3 kV).
2. Kuličkou se lehce dotkneme koule a přeneseme náboj na elektroskop.
3. Elektroskop vybijeme a opakujeme postup pro další útvary.
4. Zaměříme se na rozdíl výchylky u elektroskopu pro hranu či plochu.

- **Teorie:**

Z teorie víme, že největší hustota náboje se drží na hranách.  $\sigma = \frac{\Delta Q}{\Delta S}$ . V námi použitých útvarech se největší hustota ukázala na špičce jehlanu. Též si povšimneme hustoty náboje na různých místech koule (je stejná). Uvnitř a vně válce se hustoty liší, jelikož náboj se drží na povrchu předmětu.

### 3.1.77 Kapacita vodiče

- **Cíle pokusu:**

Pomocí elektroskopu ukázat elektrickou kapacitu vodiče.

- **Pomůcky:**

Kulové vodiče různých velikostí, elektroskop, kovová kulička na izolované tyči, vodiče, zdroj napětí.

- **Postup:**

1. Připojíme jeden konec vodiče ke zdroji vysokého napětí.
2. Přiložíme k němu kuličku a pak se s ní dotkneme elektroskopu.
3. Zapamatujeme si výchylku na elektroskopu a pak jej vybijeme.
4. Pokus opakujeme pro zbylé vodiče.

- **Teorie:**

Kapacita vodiče se dá popsat jako schopnost vodiče uchovat si elektrický náboj. Kapacita vodiče je pak přímo úměrná velikosti náboje, který dokáže vodič uchovat. Vztah Náboje a kapacity se dá zapsat jako:  $C = \frac{Q}{\varphi}$ , kde  $\varphi$  je potenciál. Kapacita vodiče je přímo úměrná náboji, a proto výchylka na elektroskopu je úměrná elektrické kapacitě vodiče.

### 3.1.78 Kapacita kondenzátoru

- **Cíle pokusu:**

Pomocí elektroskopu ukázat kapacitu kondenzátoru.

- **Pomůcky:**

Modelový kondenzátor, elektroskop, kovová kulička na izolované tyči, zdroj vysokého napětí, vodiče.

- **Postup:**

1. Připojíme kondenzátor ke zdroji vysokého napětí.
2. Přiložíme na vnitřní stranu kuličku a pak se s ní dotkneme elektroskopu.
3. Elektroskop vybijeme a pokus opakujeme pro různé vzdálenosti mezi deskami.  
(Dobré je postupovat od malých vzdáleností k velkým.)

- **Teorie:**

Kapacita kondenzátoru je pak přímo úměrná velikosti náboje, který dokáže vodič uchovat a napětí mezi deskami. Vztah náboje a kapacity se dá zapsat jako:  $C = \frac{Q}{U}$ , kde  $U$  je napětí. Velikost kapacity deskového kondenzátoru závisí na jeho ploše a vzdálenosti

desek od sebe:  $C = \varepsilon \cdot \frac{S}{d}$

### 3.1.79 Zatěžovací charakteristika zdroje

- **Cíle pokusu:**

Za pomoci reostatu změřit zatěžovací charakteristiku baterie.

- **Pomůcky:**

Žákovská sada Elektronika, tabule pro zapojení obvodu, vodiče 2x, ampérmetr, voltmetr, reostat.

- **Postup:**

1. Sestavíme jednoduchý obvod skládající se ze zdroje stejnosměrného napětí (baterie) a Reostatu. (Obvod uzavřeme až nakonec.)
2. Připojíme Voltmetr. Nezapomeneme nastavit příslušný rozsah voltmetru.
3. Nastavíme reostat na největší hodnotu odporu.
4. Uzavřeme obvod a měříme napětí a proud pro různě velké odpory.

- **Teorie:**

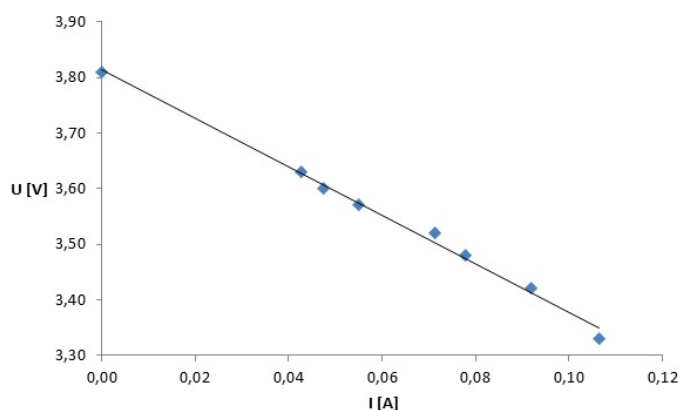
Napětí na zdroji je ovlivněno tím, jak moc je zatěžován. Napětí, které se udává například na obalu baterie, je napětí elektromotorické, které je rovno napětí zdroje bez zátěže. Čím větší elektrický proud prochází obvodem, tím menší je napětí na zdroji, který proud generuje.

**Tabulka 3:** Zatěžovací charakteristika zdroje.

U [V]	I [A]
3,33	0,11
3,42	0,09
3,48	0,08
3,52	0,07
3,57	0,06
3,60	0,05
3,63	0,04
3,81	0,00



**Graf 8:** Zatěžovací charakteristika zdroje.



### 3.1.80 Ionizace plamenem

- **Cíle pokusu:**

Ukázat závislost přítomnosti ionizátoru na vzdálenosti potřebné k výboji.

- **Pomůcky:**

Svíčka, zápalky, zdroj vysokého napětí, vodiče 2x, kovové disky s nevodivými držadly.

- **Postup:**

1. Připojíme disky ke zdroji napětí.
2. Napřed předvedeme vzdálenost výboje, když přiblížíme okraje disků bez přítomnosti plamene.
3. Zapálíme svíčku a umístíme ji na stůl.
4. Když je plamen mezi disky, při přiblížení okrajů disků, je vidět zřetelný výboj.

- **Teorie:**

Přítomností plamene dochází k ionizaci vzduchu a ten se tak stává zdatelně vodivějším. K ionizaci může dojít pouhou vysokou teplotou. Podstatné je, že se díky ionizaci vzduch obohatí o ionty, díky kterým dojde k výboji. Kromě výboje lze také pozorovat zakřivení plamene tzv. elektrický vítr.

### 3.1.81 Elektromagnetická indukce

Návod k použití: *DZS Elektřina*, Didaktik (2013), Strana 54.

### 3.1.82 Demonstrace Lenzova zákona

- **Cíle pokusu:**

Ukázka magnetem indukovaného proudu.

- **Pomůcky:**

Permanentní magnet, vodivý kroužek, provázek, stojan.

- **Postup:**

1. Zavěsíme kroužek na stojan a necháme ho ustálit.
2. Magnet prostrčíme středem kroužku bez toho abychom se jej dotkli.
3. Následně po ustálení magnet vytáhneme.

- **Teorie:**

V kroužku se, díky pohybu magnetu, indukuje elektrický proud. Kroužek vlastně tvoří cívku s jedním závitem. Díky procházejícímu proudu se kolem kroužku vytvoří magnetické pole opačného směru nežli pole magnetu a toto pole interaguje s polem magnetu.

### 3.1.83 Foucaultovy proudy

- **Cíle pokusu:**

Ukázat působení Foucaultových proudů.

- **Pomůcky:**

Vodivá trubka, magnet, závažíčko.

- **Postup:**

1. Skrz trubku prohodíme závažíčko. Na jednom konci uzavřeme zátkou, aby nám nepadalo na zem.
2. Poté prohodíme magnet. a porovnáme doby pádu. (Je zde dost výrazný rozdíl, takže stopky nejsou nezbytností.)

- **Teorie:**

**Lenzův zákon:**

*Indukovaný elektrický proud v uzavřeném obvodu má takový směr, že svým magnetickým polem působí proti změně magnetického indukčního toku, která je jeho příčinou.*

Pokud se proud indukuje v plošném vodiči, vytváří se proudové víry též známé jako Foucaultovy víry. Jejich magnetické pole působí proti poli magnetu, a tak se pád magnetu zpomaluje.

### 3.1.84 Vlastní indukce

- **Cíle pokusu:**

Demonstrace zpoždění proudu v obvodu s cívkou.

- **Pomůcky:**

Žákovská sada Elektřina, tabule pro zapojení obvodu, vodiče 2x, žárovka 2x.

- **Postup:**

1. Zapojíme jednoduchý obvod se spínačem a žárovkou, ke které paralelně zapojíme další žárovku s cívkou.
2. Před sepnutím spínače si zkontrolujeme, jestli napětí odpovídá použitým žárovkám.
3. Sepneme spínač a sledujeme rozsvícení žárovek.

- **Teorie:**

Po sepnutí spínače se žárovka bez cívky rozsvítí okamžitě. Oproti tomu druhá žárovka se lehce zpozdí, což je způsobeno indukcí napětí na cívce. Dle Lenzova zákona působí indukované elektrické pole cívky proti změně, která jej vyvolala, a proto je napětí indukované na cívce opačné oproti napětí zdroje. Napětí zdroje a cívky se proto odčítají, což má za následek zpoždění průchodu proudu ve větvi s cívkou. Zmíněný jev pozorujeme i po rozpojení spínače, kdy žárovka s cívkou svítí o něco déle.

### **3.1.85 Usměrňovač**

Návod k použití: *DZS Elektronika*, Didaktik (2013), Strana 79.

**Poznámka:**

Modul ukazatele směru proudu nahradíme přímým vodičem.

### **3.1.86 Odraz světla**

Návod k použití: *DZS Optika*, Didaktik (2013), Strana 14.

### **3.1.87 Index lomu**

Návod k použití: *DZS Optika*, Didaktik (2005), Strana 37.

### **3.1.88 Optické vlákno**

Návod k použití: *DZS Optika*, Didaktik (2005), Strana 39.

### **3.1.89 Určení ohniskové vzdálenosti**

- **Cíle pokusu:**

Určit ohniskovou vzdálenost spojné čočky pomocí Besselovy metody.

- **Pomůcky:**

Optická lavice, spojná čočka, lampa, stínítko, šablona s písmenem L.

• **Postup:**

1. Na jeden konec lavice postavíme lampu a na druhý stínítko.
2. Připojíme ke zdroji stejnosměrného napětí 12 V.
3. Na lavici umístíme spojnou čočku.
4. Změříme vzdálenost mezi zdrojem světla a stínítkem.
5. Následně zaostříme čočku tak, aby obraz na stínítku byl co nejostřejší. Odměříme vzdálenost od zdroje světla.
6. Nalezneme druhou pozici čočky, kde získáváme opět na stínítku ostrý obraz. Změříme vzdálenost od zdroje a odečteme od vzdálenosti předešlé tak, abychom dostali kladnou hodnotu.

• **Teorie:**

Besselova metoda je rychlý způsob nalezení ohniskové vzdálenosti spojně čočky. Stačí nám k tomu znát vzdálenost zdroje a stínítka a poté najít dvě pozice čočky, které dávají ostrý obraz na stínítku. Metoda vychází pouze ze zobrazovací rovnice čočky:  $\frac{1}{a} + \frac{1}{a'} = \frac{1}{f}$ , z které po úpravě dostaneme vztah  $f = \frac{d^2 - s^2}{4 \cdot d}$ , kde  $d$  je vzdálenost zdroje a stínítka a  $s$  vzdálenost mezi dvěma námi nalezenými polohami čočky.

### 3.1.90 Zobrazení tenkou čočkou

Návod k použití: *DZS Optika, Didaktik (2005), Strana 45, 46.*

### 3.1.91 Crooksův radiometr

• **Cíle pokusu:**

Ukázat Crooksův mlýnek (radiometr) a vysvětlit jeho princip.

• **Pomůcky:**

Crooksův mlýnek, laserové ukazovátko.

• **Postup:**

1. Umístíme mlýnek na rovnou podložku a necháme lopatky ustálit.
2. Zasvítíme laserem na černou stranu lopatky a pozorujeme efekt.

• **Teorie:**

Crooksův radiometr je baňka se stálým podtlakem v níž je několik lopatek na jedné ose. Byl poprvé vytvořen roku 1873 za účelem demonstrace tlaku způsobeného světelným zářením. To se však neprokázalo. Mlýnek se sice dává do pohybu díky světelnému

záření, ale ne díky jeho tlaku, ale díky vytvářenému teplu. Ve skutečnosti to je velmi jednoduchý tepelný motor poháněný světlem.

## 3.2 Studentské experimenty

### 3.2.1 Pružinový siloměr

- **Cíle pokusu:**

Určení tuhosti pružiny siloměru.

- **Pomůcky:**

Siloměry různé citlivosti, závaží.

- **Postup:**

1. Na siloměr zavěsíme závaží a sledujeme sílu.
2. Naměříme, kolik je jedna jednotka na siloměru centimetrů.
3. Vypočteme tuhost pružiny.

- **Teorie:**

Pružinové siloměry se vyrábí s různou citlivostí a rozsahem. Toho je docíleno tuhostí pružiny  $k = \frac{F}{\Delta l}$ . Z toho je vidět, že nám stačí zjistit délku výchylky pro 1 N.

### 3.2.2 Měření tíhového zrychlení

- **Cíle pokusu:**

Výpočet tíhového zrychlení pomocí kyvadla.

- **Pomůcky:**

Stojan, provázek, závažíčko, stopky, metr.

- **Postup:**

1. Sestavíme stojan tak, aby měl jedno rameno s háčkem.
2. Na háček zavěsíme provázek se závažíčkem na konci tak, aby rameno kyvadla mělo přesně jeden metr.
3. Vytvořené kyvadlo vychýlíme a pustíme. Měříme jeho periodu.
4. Periodu změříme alespoň desetkrát a poté zprůměrujeme.

- **Teorie:**

Ze známého vzorce pro periodu matematického kyvadla  $T = 2 \cdot \pi \cdot \sqrt{\frac{l}{g}}$  si vyjádříme tíhové zrychlení.  $g = l \cdot \frac{4 \cdot \pi^2}{T^2}$ , kde za  $l$  dosadíme je metr. Je to délka ramena kyvadla měřená od závěsu až do těžiště závažíčka.  $T$  je perioda kyvadla, kterou budeme po-

mocí stopek měřit. Tu si může změřit každý student sám, a výsledné tíhové zrychlení porovnáme.

### **3.2.3 Účinky magnetu**

Návod k použití: *ŽES Magnetismus*, Didaktik (2013), Strana 9.

### **3.2.4 Vytvoření magnetu**

Návod k použití: *ŽES Magnetismus*, Didaktik (2013), Strana 10.

### **3.2.5 Přitažlivé síly magnetů**

Návod k použití: *ŽES Magnetismus*, Didaktik (2013), Strana 6.

### **3.2.6 Magnetické pole Země**

Návod k použití: *ŽES Magnetismus*, Didaktik (2013), Strana 17.

### **3.2.7 Napětí**

Návod k použití: *ŽES Elektřina*, Didaktik (2013), Strana 14.

### **3.2.8 Magneticky ovládaný spínač**

Návod k použití: *ŽES Elektromagnetismus*, Didaktik (2013), Strana 21.

### **3.2.9 Rovnoměrný a rovnoměrně zrychlený pohyb**

Návod k použití: *ŽES Dynamika*, Didaktik (2013), Strana 12.

### **3.2.10 Zatmění slunce**

Návod k použití: *DZS Optika*, Didaktik (2005), Strana 12.

### **3.2.11 Měsíční fáze**

Návod k použití: *DZS Optika*, Didaktik (2005), Strana 11.

### **3.2.12 Vznik obrazu na dutém a vypuklém zrcadle**

Návod k použití: *DZS Optika*, Didaktik (2005), Strana 20, 25.

### **3.2.13 Úhel dopadu a úhel lomu**

Návod k použití: *ŽES Optika*, Didaktik (2005), Strana 29.

### **3.2.14 Čočky**

Návod k použití: *DZS Optika*, Didaktik (2005), Strana 40,42.

### **3.2.15 Dalekohled**

Návod k použití: *ŽES Optika*, Didaktik (2005), Strana 65.

### **3.2.16 Měrná tepelná kapacita pevných látek**

Návod k použití: *ŽES Nauka o teple*, Didaktik (2013), Strana 24.

### **3.2.17 Přenos tepla v kapalinách**

Návod k použití: *ŽES Nauka o teple*, Didaktik (2013), Strana 19.

### **3.2.18 Izobarická změna objemu vzduchu**

Návod k použití: *ŽES Nauka o teple*, Didaktik (2013), Strana 12.

### **3.2.19 Teplota tání a tuhnutí**

Návod k použití: *ŽES Nauka o teple*, Didaktik (2013), Strana 30.

### **3.2.20 Teplota varu**

Návod k použití: *ŽES Nauka o teple*, Didaktik (2013), Strana 31.

### **3.2.21 Rezonance matematického kyvadla**

Návod k použití: *ŽES Dynamika*, Didaktik (2013), Strana 32.

### **3.2.22 Ověření Ohmova zákona**

Návod k použití: *ŽES Elektřina*, Didaktik (2013), Strana 23.

### **3.2.23 Elektrický obvod**

Návod k použití: *ŽES Elektřina*, Didaktik (2013), Strana 13.

### **3.2.24 Sériové a paralelní zapojení žárovek**

Návod k použití: *ŽES Elektřina*, Didaktik (2013), Strana 31, 37.

### **3.2.25 Sériové a paralelní zapojení rezistorů**

Návod k použití: *ŽES Elektřina*, Didaktik (2013), Strana 39.

### **3.2.26 Sériové a paralelní zapojení zdrojů**

Návod k použití: *ŽES Elektřina*, Didaktik (2013), Strana 15,16.

### **3.2.27 Transformátor**

Návod k použití: *ŽES Elektromagnetismus*, Didaktik (2013), Strana 53.

### **3.2.28 Srážky na kolejnici**

Návod k použití: *ŽES Dynamika*, Didaktik (2013), Strana 19.

### **3.2.29 Změna objemu vody**

Návod k použití: *ŽES Nauka o teple*, Didaktik (2013), Strana 11.

### **3.2.30 Vnitřní odpor zdroje**

Návod k použití: *ŽES Elektřina*, Didaktik (2013), Strana 46.

### **3.2.31 Magnetické pole**

Návod k použití: *ŽES Magnetismus*, Didaktik (2013), Strana 13.

### **3.2.32 Odpor a indukčnost v obvodu střídavého proudu**

Návod k použití: *ŽES Elektromagnetismus*, Didaktik (2013), Strana 67.

### **3.2.33 Impedance cívky**

Návod k použití: *ŽES Elektromagnetismus*, Didaktik (2013), Strana 65.

### **3.2.34 Polarizační filtry**

Návod k použití: *ŽES Optika*, Didaktik (2005), Strana 67.



## 4. Závěr

Při sestavování uvedených pokusů byly dokoupeny součástky, které nebyly součástí původní objednávky. Jednalo se ve většině případů o maličkosti, jakými jsou žárovky, či upevňovací a propojovací komponenty, ale chyběla i například klička k ukázce generátoru elektrického napětí. Ukázalo se, že návody od Didaktiku, které byly dodány společně se sadami pomůcek, jsou velice povedené. Obsahují postup i teorii k pokusu, ale neobsahují některé žádoucí experimenty. Pracoval jsem i se stavebnicí Boffin 100, ale vybral jsem z ní pouze jeden experiment, který jsem považoval za nutný, a nedokázal jsem ho složit z jiných dostupných součástí. Více jsem z této stavebnice nečerpal, ale ne proto, že by byla špatná, ba naopak, je velice dobrá pro demonstraci funkce polovodičů, a stejně tak je k ní dobře zpracovaný návod doplněný o obrazové schéma zapojení jednotlivých pokusů. A to je důvod, proč jsem ji zde nezmiňoval, jelikož pokrývá celou kapitolu polovodičů, a i když jsem všech sto experimentů s chutí vyzkoušel, tak mi nepříjde vhodné je zde vypisovat. Z pokusů, které jsem si původně naplánoval, jsem byl nucen několik odebrat. Příčinou byly chybějící pomůcky, které nebyly ve výbavě učebny fyziky, přílišná časová náročnost nebo nedostatečná názornost požadovaného jevu. Ale na druhou stranu jsem v průběhu seznamování se s pomůckami na gymnáziu mnoho pokusů přidal. Jeden takový pokus, u kterého jsem váhal s vyřazením, je pokus na Chladniho obrazce. Tento pokus jsem nakonec nevyřadil, neboť jsou zde obrazce zřetelné, i když pokus mohl být proveden mnohem lépe s větší deskou. Naopak experiment, který se vyvedl velmi dobře, je šíření zvuku ve vakuu. Zde šlo o velmi jednoduché zapojení, byly použity staré pomůcky jako doplnění oněch nových, ale výsledek byl lepší, než jsem očekával. K pokusům jsem vytvořil i fotodokumentaci, kterou jsem vzhledem k velikosti a nízké kvalitě fotografií nezařadil přímo do práce. Je ale přiložena na CD v dokumentu pdf.

# Literatura

- [1] Rauner, Karel. *Fyzika 6: Učebnice pro základní školy a víceletá gymnázia*. Plzeň: Fraus, 2004.
- [2] Rauner, Karel. *Fyzika 7: Učebnice pro základní školy a víceletá gymnázia*. Plzeň: Fraus, 2005.
- [3] Rauner, Karel. *Fyzika 8: Učebnice pro základní školy a víceletá gymnázia*. Plzeň: Fraus, 2006.
- [4] Rauner, Karel. *Fyzika 9: Učebnice pro základní školy a víceletá gymnázia*. Plzeň: Fraus, 2013.
- [5] Bednařík, Milan. *Fyzika pro gymnázia: Mechanika* Praha: Prometheus, 1997.
- [6] Bednařík, Milan. *Fyzika pro gymnázia: Molekulová fyzika a termika* Praha: Prometheus, 2000.
- [7] Bednařík, Milan. *Fyzika pro gymnázia: Mechanické kmitání a vlnění* Praha: Prometheus, 1994.
- [8] Bednařík, Milan. *Fyzika pro gymnázia: Elektřina a magnetismus* Praha: Prometheus, 2008.
- [9] Bednařík, Milan. *Fyzika pro gymnázia: Optika* Praha: Prometheus, 2009.
- [10] Bednařík, Milan. *Fyzika pro gymnázia: Fyzika mikrosvěta* Praha: Prometheus, 2002.
- [11] Bednařík, Milan. *Fyzika pro gymnázia: Astrofyzika* Praha: Prometheus, 1998.
- [12] *Návod k použití: DZS Elektřina*. Didaktik, 2013.
- [13] *Návod k použití: DZS Elektronika*. Didaktik, 2013.
- [14] *Návod k použití: DZS Optika*. Didaktik, 2013.
- [15] *Návod k použití: ŽES Dynamika*. Didaktik, 2013.
- [16] *Návod k použití: ŽES Nauka o teple*. Didaktik, 2013.

- [17] *Návod k použití: ŽES Magnetismus*. Didaktik, 2013.
- [18] *Návod k použití: ŽES Elektromagnetismus*. Didaktik, 2013.
- [19] *Návod k použití: ŽES Elektřina*. Didaktik, 2013.
- [20] *Návod k použití: ŽES Optika*. Didaktik, 2013.
- [21] *Manuál: Boffin 100*. ConQuest entertainment a.s. 2013.