

MERKUR

1920 —  — — — — — ∞

**ELEKTRO E1
MANUÁL**

3116 v1.0.2024

7+

OBSAH

Úvod

Seznam dílů	3
Montážní základy	4–7
Montáž základní desky	8
Navíjení kablíků	8
Montáž pásků a kablíků	8
Složení žárovky	8

POPIS SOUČÁSTEK

I. ELEKTROSTATIKA

1. Vznik elektrického náboje	11–16
2. Elektrické pole	12
3. Papíroví tanečníci	12
4. Vzájemné působení nábojů	13
5. Neposedná hůlka	13
6. Odkloněný proud vody	13
7. Houpačka	14
8. Kyvadlo	14
9. Elektroskop	14
10. Elektrometr	15
11. Ionizace vzduchu	15
12. Faradayova klec	15
13. Kondenzátor	16

II. ELEKTRINA

14. Žárovka	17–24
15. Obvod se žárovkou	18
16. Obvod se spínačem	18
17. Obvod s tlačítkem	19
18. Obvod s přepínačem	19
19. Schodišťový vypínač	20
20. Ovládání ze tří míst	20
21. Elektrický odpor	20
22. Sérievové zapojení spotřebičů	21

23. Paralelní zapojení spotřebičů	22
24. Sérievové a paralelní zapojení	22
25. Sérievové zapojení zdrojů	22
26. Paralelní zapojení zdrojů	23
27. Elektrina jako zdroj tepla	23
28. Tavná pojistka	23
29. Dioda v propustném směru	23
30. Dioda v závěrném směru	24

III. MAGNETISMUS

31. Magnetické pole kolem magnetu	25–30
32. Magnet se nedá zničit	26
33. A přece není nezníčitelný	27
34. Jak poznáme magnet	27
35. Jehla na vodě	28
36. Jehla nám ukáže směr	28
37. Skutečný kompas	28
38. Zmatený kompas	28
39. Kouzelné magnety	29
40. Nemají se rády	29
41. Magnetoskop	29
42. Záhadný věšák	30

IV. ELEKTROMAGNETISMUS

31–40	31
44. Neposedný drát	32
45. Obvod s cívkou	32
46. Siločáry kolem cívky	32
47. Zmagnetizovaná jehla a vodič	33
48. Proč se jehly rozbíhají?	33
49. Magnetizování bez magnetu	34
50. Železné piliny nepropadnou	34
51. Skok do dálky	34
52. Magnetická pojistka	35
53. Elektromagnetický jeřáb	35

54. Železniční závory	35
55. Semafor	36
56. Houpačka	36
57. Elektromagnetický zvon	37
58. Relé	37
59. Polarizované relé	37
60. Wagnerovo kladívko	38
61. Bzučák	38
62. Elektrický zvonek	38
63. Morseova abeceda	38
64. Telegraf	39
65. Elektrický hlídač	39
66. Hoří	39
67. Obelstěný lupič	39
68. Blikátko vlastní výroby	40

V. ELEKTRICKÉ STROJE

41–44	41
69. Elektrická brzda	42
70. Kyvná brzda	42
71. Jednoduchý motor	42
72. Motor s permanentním magnetem	43
73. Motor s cizím buzením	43
74. Sérievový motor	43
75. Derivační motor	43
76. Jak změnit směr otáčení	43
77. Motor koná práci	44
78. Jak je to se střídavým proudem	44
79. Alternátor a dynamo	44

VI. MĚŘICÍ PŘÍSTROJE

45–46	45
80. Jednoduchý ampérmetr	46
81. Měříme tisícinu ampéru	46
82. Cívkový galvanometr	46

VII. ELEKTROCHEMIE

47–50	47
83. Bublínky na pólech	48
84. Elektrolýza	48
85. Záporný pól píše červeně	49
86. Galvanické pokovování	49
87. Galvanický článek	49
88. Galvanický článek z citronu	50

REÁLNÉ SESTAVENÍ

VYBRANÝCH POKUSŮ

51–54

ÚVOD

Chlapci a děvčata, právě jste dostali do rukou novou stavebnici Merkur Elektro E1, která je dalším rozšířením řady kovových stavebnic Merkur. Tato stavebnice se však od ostatních liší svým obsahem. Můžete z ní sestavit 88 pokusů z oblasti elektrostatiky, elektřiny, magnetismu, elektromagnetismu, elektrických strojů, měřících přístrojů a z elektrochemie.

Elektrina se stala, aniž bychom si to vždy dost dobře uvědomovali, nezbytnou součástí našeho každodenního života. Setkáváme se s ní na každém kroku – nejen v domácnosti, ale i ve všech ostatních odvětvích lidské činnosti. Asi každý z vás už přemýšlel o tom, proč se rozsvítí žárovka v místnosti, když zapneme vypínač, nebo proč se z radiopřijímače ozývá hudba nebo mluvené slovo. Divíme se, proč můžeme v televizi sledovat to, co se děje daleko od nás, apod. Takto bychom mohli vyjmenovat mnoho záhad, které si asi ještě dnes neumíme pořádně vysvětlit, stejně jako si je neuměli vysvětlit lidé v minulosti. A právě naše stavebnice by vám mohla pomoci při objasnění některých jevů, mohla by vám dát základy pro další činnost a motivovat vás k hlubšímu poznání a studiu. A pokud budete chtít proniknout i do tajů elektroniky, máte možnost si po zvládnutí této stavebnice obstarat i stavebnici

Merkur Elektro E2, která vám poskytne základy tohoto oboru a dá vám možnost sestavit mnoho zajímavých zapojení ze zábavné elektroniky.

Jak poznáte, elektrická energie může člověku velmi pomoci, usnadnit mu život, zpříjemnit volný čas. Ale pozor, může mu také uškodit, dokonce ho může i ohrozit na životě. Naše stavebnice je konstruována pouze pro nízké napětí z ploché baterie nebo monočlánků, případně lze použít napáječe. Nízké napětí a malé elektrické proudy používané v našich pokusech vás nemohou ohrozit. Vždy se však vyvarujte jakékoliv manipulace s elektrickou energií ze sítě. Nestřekejte žádné dráty do zásuvky, nerozdělávejte zdroj napáječe a dodržujte pouze pokyny z návodů. Dbejte všech bezpečnostních pokynů a upozornění. Pak s radostí zjistíte, že věci doposud pro vás nepochopitelné již nejsou tajemstvím.

V návodové knížce máte vždy u každého pokusu uveden stručný popis a vysvětlení některých základních fyzikálních jevů, se kterými se setkáváte v běžném životě, o kterých jste se učili ve škole a pomocí kterých získáte řadu nových poznatků.

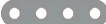
Stavebnice se skládá z mnoha součástek a dílů, jejichž seznam a vyobrazení jsou uvedeny na stranách 4–7. Pro některé pokusy můžete použít běžné dostupné předměty, které máte doma nebo ve škole.

Většina pokusů je sestavována na základní desku z plastu. Na tuto desku budete montovat jednotlivé díly stavebnice podle návodu, obrázků a schémat tak, aby byl pokus funkční a vysvětlil vám některé fyzikální zákonitosti. Zejména ze začátku při sestavování pokusů důsledně dodržujte návod. Později můžete využívat svou vlastní fantazii k sestavování dalších nových pokusů.

Než začneme sestavovat pokusy, připravíme si podle návodu sestavení základové desky, a to tak, že přišroubujeme k desce základní plotničky a úhelníky z Merкуру podle obrázku. Podle vyobrazení také připravíme model žárovničky, odporu, přepínače, a to tak, abychom potom mohli rychle sestavovat jednotlivé obvody podle vyobrazení.

Přejeme vám při sestavování pokusů s touto stavebnicí mnoho úspěchů.

SEZNAM DÍLŮ

										
1095 Zajišťovací kroužek gumový 5x	1268 Magnet váleček 16x6 2x	1051 Matice M3,5 Zn 68x	1052 Šroub M3,5x6 Zn 30x	2053 Šroub M3,5x10 Zn 4x	1054 Šroub M3,5x16 Zn 5x	1055 Šroub M3,5x20 Zn 20x	1311 Železné broky 1x balení	1228 Řemeníčka 1x	1050 Stavěcí kroužek s otvorem 4 mm 4x	3050 Stavěček Zn 4x
										
1049 Spojka trubková 6x6 2x	1294 Odporový drátek – spirála 1x	1293 Licna měděná jemná 1x	1291 Drát montážní smaltovaný 1x	1247 Jádru k cívce 1x	1267 Jehla ke střelce 1x balení	2309 Gumička upevňovací 2x	1048 Kolo kladkové 1x	1296 Izolační kroužek třepený 5x	1295 Izolační kroužek 5x	1098 Podložka ocelová 5x
										
1227 Kolektor šestizubý 2x	1001 Úhelník Zn 6x	1033 Pásek tvarovaný 3 dírkami Zn 1x	1030 Pásek tvarovaný 5 dírek Zn 1x	1034 Pásek tvarovaný 5 dírek Zn 2x	1315 Žiletka tupá 2x	1274 Deska izolační 1x	1203 Pásek s 3 dírkami (4 a 5 mm) 2x	1204 Pásek s 3 dírkami (4 a 5 mm) izolační 1x	1205 Pásek s 5 dírkami (4 a 5 mm) izolační 2x	
										
1003 Pásek s 3 dírkami Zn 1x	1004 Pásek se 4 dírkami Zn 2x	1006 Pásek s 6 dírkami Zn 2x	1007 Pásek se 7 dírkami Zn 2x	1009 Pásek s 9 dírkami Zn 2x	1015 Pásek s 15 dírkami Zn 2x					
										
1002 Pásek s 2 dírkami Zn 6x	2002 Pásek s 2 dírkami tenký 2x	1038 Spojovací deska malá 1x	2038 Spojovací deska malá plastová 1x	1028 Pásek tvarovaný 15 dírek 4x	1029 Pásek tvarovaný 25 dírek 2x					



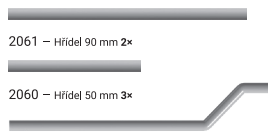
2031
Pásek tvarovaný
9 dírek Zn
1x



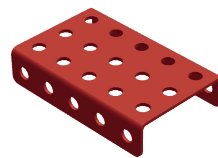
1039
Spojovací deska
zahnutá
3x



2130
Dílec řízení Zn
1x



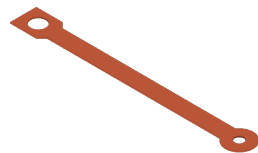
2061 – Hřídel 90 mm 2x
2060 – Hřídel 50 mm 3x
1068
Klika
1x



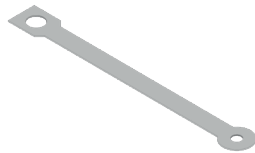
1024
Deska zahnutá
30x50 mm
4x



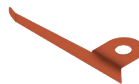
1271
Statorové raménko
2x



1213
Pásek zúžený
61 mm
1x



1212
Pásek zúžený
pocínovaný 61 mm
1x



1222
Pásek kartáčový
přerušovací
1x



1221
Pásek kartáčový
hladký
1x



1304
Izolační trubička 4 mm
1x



1319
Tyčka magneticky tvrdá
1x



1265
Magnetická střílka
1x



1266
Růžice světových stran
1x



1223
Objímka na žárovku E10
3x



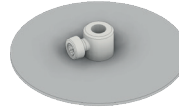
1226
Žárovka 2.5V/200mA,
závit E10
1x



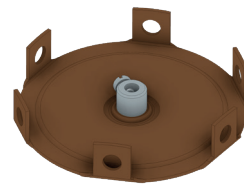
1226-1
Žárovka 6V/100mA,
závit E10
2x



1229
Zvonkový klobouček
1x



1279
Kotouček hliníkový
62 mm
1x



1230
Plech rotorový
1x

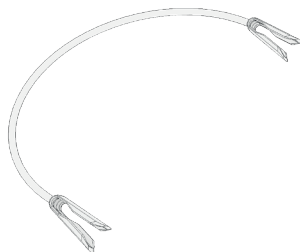
SEZNAM DÍLŮ



1317
Krokosvorky s dutinkou
2x



1321
Kablík 10 cm s dutinkou
2x



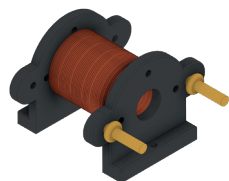
1287
Kablík 16 cm s dutinkou
4x



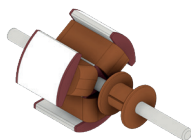
1286
Kablík 8 cm s dutinkou
2x



1288
Kablík do zdroje
1x



1246
Cívka indukční
1x



1270
Rotor s hřídelkou
a kolektorem
1x



1310
Železné piliny
1x balení



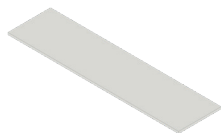
1306
Sůl jedlá
1x balení



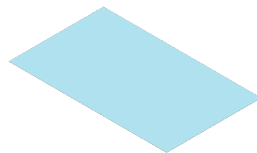
1308
Modrá skalice
1x balení



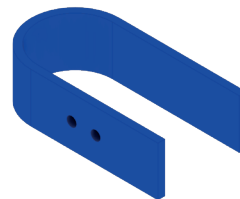
1235
Elektroda Cu
1x



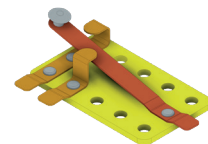
1236
Elektroda Zn
1x



1307
Fenolftaleinový papírek
1x



1269
Magnet podkovový
1x



1301
Kombinovaný vypínač,
přepínač a tlačítko
1x



1273
Ložisko
k motoru delší
1x



1272
Ložisko
k motoru kratší
1x



1275
Kartáček bronzový
k motoru
2x



1702
Rezistor uhlíkový
470 ohm
1x



1701
Rezistor uhlíkový
100 ohm
1x



1713
LED dioda
zelená
1x



1090
Motouz 1x1,3 m
1x



1088
Držák šroubu a matic
1x



2085
Klíč maticový zahnutý
1x



1085
Klíč maticový rovný
1x



1080
Šroubovák malý
plechový – hříbitovní
1x

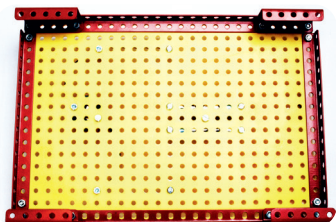


4081
Šroubovák Merkur
135x3 mm
1x

Barvy, velikost a vzhled výrobků se mohou lišit oproti uvedeným fotografiím. Změny typu šroubů vyhrazeny.

MONTÁŽNÍ ZÁKLADY

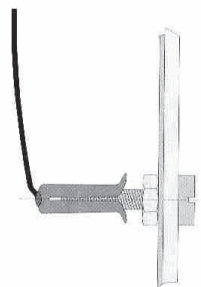
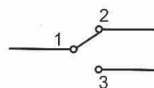
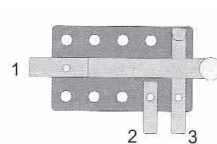
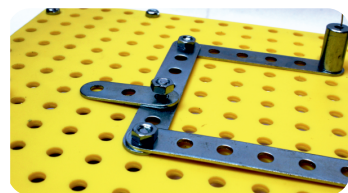
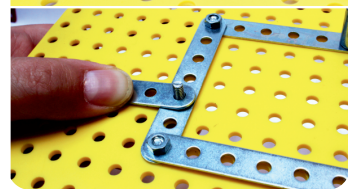
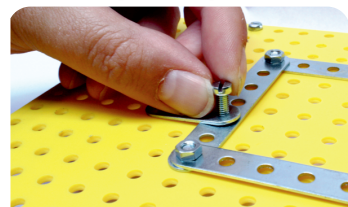
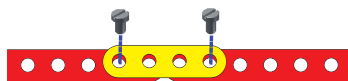
MONTÁŽ ZÁKLADNÍ DESKY



NAVÍJENÍ KABLÍKU



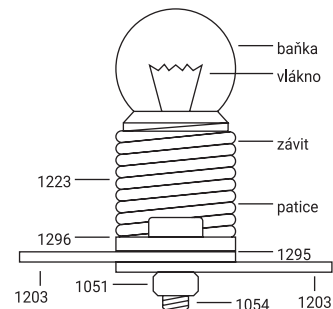
MONTÁŽ PÁSKŮ A KABLÍKŮ



do zdířky
zdroje



SLOŽENÍ ŽÁROVKY



POPIS SOUČÁSTEK

Elektrotechnické součástky se používají pro sestavování elektrických obvodů. Chceme-li sestavit skutečný elektrický obvod, nakreslíme si nejdříve schéma obvodu, podle kterého skutečný obvod sestavíme. Obvod se skládá ze zdroje a různých elektrotechnických součástek, které se vzájemně propojují vodiči. Nakreslený obvod má být přehledný a plně vypovídat o svém složení. Proto používáme pro jednotlivé součástky schematické značky.

Jednotlivé součástky mívají různá technická provedení podle výrobce a způsobu použití. Mají různé technické parametry, které jsou zpravidla na těchto součástkách uvedeny. Používají se písmenové kódy, u různých součástek barevné kódy, u odporů jsou to proužky po obvodu součástky. Podle barevného označení a podle příslušných tabulek můžeme určit parametry součástky. Tyto jmenovité hodnoty určují např. napětí, proud, výkon, frekvenci, odpor, kapacitu apod., včetně jejich dovolených odchylek udávaných v %. V příručce jsou základní parametry uváděny u schematických značek jednotlivých součástek.

REZISTOR

Rezistor je základní elektrotechnická součástka, která se vyznačuje tím, že klade odpor elektrickému proudu při jeho průchodu. Konstrukce většiny druhů rezistorů je taková, že základem je vlastní těleso vyrobené ze speciálního elektrotechnického porcelánu, na němž je vhodným způsobem nanášena funkční vrstva, která klade daný odpor elektrickému proudu. Rezistory jsou povrchově chráněny lakováním nebo zalitím do umělých pryskyřic.

BARVA	1. PROUŽEK	2. PROUŽEK	3. PROUŽEK	NÁSOBEK (Ω)	TOLERANCE
Černá	0	0	0	1	
Hnědá	1	1	1	10	±1% (F)
Červená	2	2	2	100	±2% (G)
Oranžová	3	3	3	1000	
Žlutá	4	4	4	10 000	
Zelená	5	5	5	100 000	±0,5% (D)
Modrá	6	6	6	1 000 000	±0,25% (C)
Fialová	7	7	7	10 000 000	±0,10% (B)
Šedá	8	8	8	100 000 000	±0,05% (B)
Bílá	9	9	9	1 000 000 000	
Zlatá				0,1	±5%
Stříbrná				0,01	±10%

Tyto rezistory mají konstantní hodnotu odporu. Chceme-li však měnit hodnotu odporu, použijeme jiný typ součástky, a to drátový rezistor s odbočkou, potenciometr nebo trimr.

Základní jednotkou elektrického odporu je 1 ohm (Ω). Rezistory se vyrábějí ve jmenovitých hodnotách (Ω) od cca 0 Ω do 100 MΩ a v různých hodnotách možného výkonového zatížení ve wattech (W). Údaj o velikosti hodnoty odporu rezistorů je vyznačen na součástce číselnou hodnotou nebo barevným kroužkovým kódem.

TAVNÁ POJISTKA

Tavná pojistka je elektrotechnická součástka, která se používá na ochranu elektrických zařízení před zkratem. Dojde-li k poruše zařízení a nastane zkrat, přepálením pojistky se zařízení odpojí od zdroje proudu. Z toho vyplývá, že pojistku zapojujeme do obvodu před spotřebič. Přepálenou pojistku musíte vždy vyměnit za novou se stejnou hodnotou, nelze ji opravovat. Je určena jen k jednomu použití. Pojistky se vyrábějí v několika provedeních: skleněné pro proudy od 50 mA do 6 A, porcelánové od 2 A do 63 A a nožové pojistky od 10 A do stovek ampér.

4proužkový kód



5proužkový kód



POPIS SOUČÁSTEK

BATERIE A ZDROJ

Pro potřeby pokusů se stavebnici můžeme použít následující zdroje stejnosměrného napětí. Jednou z možností je monočlánek o velikosti napětí 1,5 V, nebo můžeme zapojit do série dva i více monočlánků (spojujeme vždy kladný pól článku se záporným pólem), čímž získáme podle počtu článků násobek napětí, tj. 3 V; 4,5 V (plochá baterie); 6 V atd. Tyto zdroje, zejména při větším zatížení, mají omezenou životnost (vybíjejí se). Dnes se již používají nikl-kadmiové články, které lze dobíjet speciálními nabíječkami. Dalším zdrojem stejnosměrného napětí jsou různé adaptéry (napáječe), které se zapojují do sítě. Napětí 230 V se transformátorem mění na nízké napětí, např. na 1,5–12 V, a protože se jedná o střídavé napětí, musí se ještě usměrnit a někdy i stabilizovat.

Napájecí zdroj ve stavebnici je univerzální zdroj, který je určen na maximální zatěžovací proud 500 mA s výstupním stejnosměrným napětím 1,5 V; 3 V; 4,5 V; 6 V; 7,5 V; 9 V a 12 V.

Upozornění: Nevystavujte zdroj trvale vyššímu zatížení! Přístroj používejte jen v suchém prostředí! Přístroj je schválen státní zkušebnou

pro trvalý bezpečný provoz. Zdroj připojujete ke stavebnici vždy jako poslední součást pokusů!

KONDENZÁTOR

Kondenzátor je elektrotechnická součástka sestávající ze dvou desek, které jsou od sebe odděleny izolační vrstvou, tzv. dielektrikem. V závislosti na ploše, tloušťce a druhu materiálu dielektrika, ale i na napětí, je kondenzátor schopen udržet určitý elektrický náboj. Poměr volného náboje (Q), vyjádřeného v coulombech, a napětí (U) ve voltech určuje kapacitu kondenzátoru (C), jejíž jednotkou je 1 farad (F). Kondenzátor má kapacitu 1 F, jestliže při napětí 1 volt pojme náboj 1 coulomb. Kondenzátor je teoreticky schopen podržet náboj nekonečně dlouho. V praxi však není doba neomezená vzhledem k tomu, že také izolační materiál – dielektrikum – není dokonale nevodivý.

LED DIODA

LED dioda je speciální typ diody. Všechny diody propouští proud pouze v jednom, tzv. propustném směru. LED dioda se od ostat-

ních liší tím, že průchodem proudem v propustném směru vyzařuje světlo – svítí. Mezi nejznámější diody patří: usměrňovací, LED, Zenerovy (stabilizační), varikapy (kapacitní), fotodiody. Fotodiody můžete spatřit na dálkovém ovládaní televize apod.

ŽÁROVKA

Žárovka je jedním z nejznámějších vynálezů amerického vynálezce Thomase Alvy Edisona. V dnešním provedení se jedná o wolframové vlákno stočené do spirály umístěné do skleněné baňky, ze které je odčerpán vzduch – u žárovek do příkonu 25 W (wattů) – nebo která je naplněna inertním plynem (dusíkem a vzácnými plyny) o nízkém tlaku. Svítí-li žárovka, zároveň vyzařuje teplo do svého okolí (elektrická energie se přeměňuje na světelnou z nece-
lých 8 %).

CÍVKA

Kolem každého vodiče, jímž protéká proud, se tvoří magnetické pole. Cívka je elektrotechnická součástka tvořená závitů drátu, která přeměňuje energii elektrickou na magnetickou a opačně. Magnetické vlastnosti cívky zvětšíme vložením ocelového jádra.

RELÉ

Relé je elektrotechnická součástka pracující jako ovládaný přepínač. Může mít kontakty spínací, rozpínací a přepínací. Cívka navinutá na ocelovém jádru vytváří při průchodu proudem silné magnetické pole, které přitahuje kotvíčku relé s kontakty. Relé se vyrábějí v různých provedeních s různými parametry. Můžeme je dělit podle:

1. pracovního napětí cívky (6V, 12V, 24V, 48V aj.)
 - a) střídavé
 - b) stejnosměrné
2. jmenovitého napětí a proudů kontaktů (např. 600V/10A)
3. počtu a provedení kontaktů (spínací, rozpínací, přepínací)
4. pracovního prostředí (do sucha, vlhka, výbušného prostředí aj.)
5. montáže do zařízení (do plošného spoje, šrouby na lištu DIN aj.)

I. ELEKTROSTATIKA



I. ELEKTROSTATIKA

Lidé si již ve starověku všimli u jantaru (řecky elektron) zvláštních vlastností při jeho tření, kdy jantar nabýval schopnosti přitahovat jemné částičky některých látek. Ve středověku byly tyto jevy nazývány ďáblovou silou. My však víme, že žádní ďáblové a jiné nadpřirozené bytosti neexistují. Tyto jevy se snažíme na základě poznatků vědy vysvětlit a porozumět jim. Nauka o těchto přírodních jevech se později nazvala **elektrostatikou**.

Všechno kolem nás je tvořeno základními stavebními kameny – **atomy**. Každý atom je složen z jádra a obalu. Jádro se dále skládá z kladných částic (**protonů**) a neutrálních částic (**neutronů**). Nás bude především zajímat obal, v němž obíhají záporné částice (**elektrony**). Elektron je částice, která nese jeden záporný elementární (základní) náboj. **Elektrický náboj** se nedá zničit, nemůže zničehonic vzniknout ani zaniknout a je vždy vázán na částici. Dochází-li k reakcím mezi nabitými částicemi, musí být celkový elektrický náboj před reakcí vždy roven celkovému náboji po reakci. Zákon zachování elektrického náboje experimentálně dokázal v roce 1843 Michael Faraday.

Nejmenší elektroneutrální částicí je atom. Za určitých okolností mají elektrony schopnost přecházet

z obalu jednoho atomu do obalu jiného atomu. Tím vznikne nerovnováha. Říkáme, že hmota byla **zelektřizována**. Těleso s nedostatkem elektronů je nabitě kladně, těleso s nadbytkem elektronů elektrony záporně. Čím více elektronů přejde z jednoho tělesa na druhé, tím více je těleso nabitě.

Tělesa se stejně nabitými částicemi se odpuzují, opačně nabitě částice se přitahují. Jednotkou elektrického náboje je jeden **coulomb** (C). Náboje, které se vyskytují v našich pokusech, jsou asi milionkrát menší než 1 C.

Ch. A. Coulomb zjistil v roce 1785, že se dva bodové náboje přitahují silou nepřímo úměrnou kvadrátu vzdálenosti. Je to obdoba Newtonova gravitačního zákona, kde se také dva hmotné body přitahují silou nepřímo úměrnou kvadrátu vzdálenosti.

1. VZNIK ELEKTRICKÉHO NÁBOJE

Vznikem náboje samozřejmě rozumíme vzájemné oddělování kladných a záporných nábojů. Náboj sám nemůže vzniknout ani zaniknout.

Ve stavebnici máme velkou základní desku z plastu. Vezmeme ji a budeme jí třít o oděv. Přiblížíme-li si

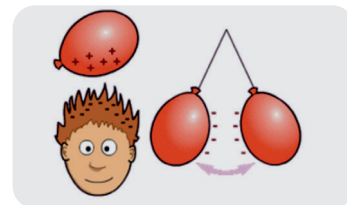
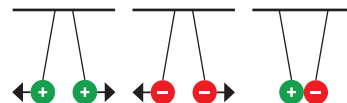
tuto desku k vlasům, najednou vlasy budou jako živé a budou se přitahovat k desce, protože jsme ji třením zelektřizovali. Obdobně se budou chovat i jiné materiály (např. hřebec, kancelářské desky, propisovací tužka). My však tento poznatek upotřebíme k dalšímu zkoumání jako zdroj elektrostatické energie.

Jistě jste si všimli, že při svlékání ní svetrů ze syntetických materiálů slyšíte jemné praskání a ve tmě uvidíte i malé záblesky. Tento elektrostatický jev vzniká právě třením částí oděvu o sebe a při svlékání se náboje vyrovnávají, a proto dochází k jiskření.

2. ELEKTRICKÉ POLE

Ze stavebnice si vezmeme železnou pilinu a nasypeme je na papír. Zelektřizujeme hlavní desku stavebnice a budeme ji přibližovat k železným pilinám. Najednou jako by se piliny splášily. Začnou skákat a poletovat, až se přilepí na zelektřizovanou desku. Proč začnou piliny skákat? V okolí hlavní desky se nachází **elektrické pole**. Piliny se v elektrickém poli nabíjí. Všechny piliny, které leží na hromádce, se působením toho samého elektrického pole zřejmě nabíjí stejným nábojem. Víme, že částice stejně nabitě se odpuzují,

proto piliny v elektrickém poli dlouho na hromádce nevydrží, a začnou tedy skákat a poletovat. Pokud nabítou desku včas neodtáhneme, piliny se na ni přilepí.



I. ELEKTROSTATIKA

3. PAPÍROVÍ TANEČNÍCI

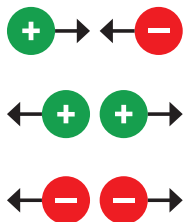
Jemný papír nastříháme na malé kousky o velikosti 6–8 mm. Od maminky si půjčíme malou průsvitnou plastovou krabičku, do které vložíme nastříhané kousky papíru. Třeme-li víko krabičky suchou dlaní nebo kusem látky, začnou kousky papíru v krabičce tančit, jak jsou přitahovány zelektrizovaným víčkem. Pokus můžeme vylepšit vystřížením figurek a jejich obarvením. Obdobně můžeme tento pokus provést tak, že zelektrizujeme např. hřeben, který při přiblížení přitáhne vlivem elektrostatického náboje kousičky papíru.

Proč se začnou papírky přitahovat? Vždyť papírky nejsou elektricky nabitě, jsou to nevodíče! V elektrickém poli v okolí hlavní desky se budou papírky **polarizovat**. Elektrony v papírech se budou přemisťovat k okraji bližšímu kladně nabitému předmětu, nebo se budou oddalovat od záporného předmětu. Záleží na tom, v jakém poli se budou nacházet. Vznikne tak **elektrický dipól**, což znamená, že se na jednom konci soustředí kladné náboje, na druhém náboje záporné. Na bližší papírek bude působit větší síla než na vzdálenější papírek.



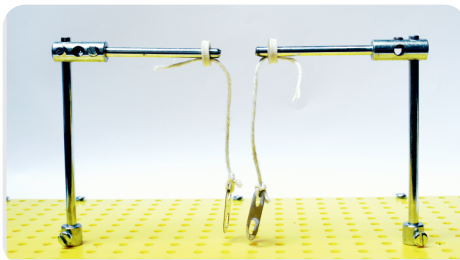
4. VZÁJEMNÉ PŮSOBENÍ NÁBOJŮ

Již jsme se naučili vyrábět **elektrický náboj** a zjistili jsme jeho silové působení na okolí. Zelektrizovat můžeme různé předměty, ale vyrobíme vždy stejné náboje? V úvodu jsme si řekli o **kladném** a **záporném náboji**. Který náboj jsme tedy vyrobili? Zelektrizujeme kancelářské desky a nabijeme dva papírky na stojánku postaveném



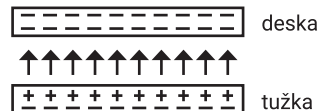
na základní desce. Papírky odskočí od sebe. To znamená, že oba papírky jsou stejně nabitý. Dohodou se stanovilo, že tento náboj bude záporný. Kladný náboj bychom získali třením skleněné tyče. Pokusem zjistíme, že i dvě skleněné zelektrizované tyče se odpuzují. Vezmeme-li kladně a záporně nabitá tělesa, zjistíme, že se přitahují, což je obdobné jako u rozčesávání (vlasy se lepí na hřeben).

Podle obrázku sestojíme dva stojánky tak, aby byly vzájemně od sebe odizolovány, a na jejich konce přivážeme součástku 2002. Jeden pásek nabijeme jedním nábojem pomocí plastové desky, druhý pásek na druhém stojánku nabijeme pomocí hliníkové folie. Protože pásky mají různý náboj, začnou se přitahovat. Pokud bychom oba pásky nabili stejným nábojem, budou se odpuzovat.



5. NEPOSEDNÁ HŮLKA

Na stůl si položíme obyčejnou tužku a na ni křížem položíme tužku druhou. Musíme ji však položit přesně doprostřed, vyvážit ji tak, aby se žádným koncem nedotýkala desky stolu. Nyní vezmeme plastovou desku a nabijeme ji třením elektrickým nábojem. Deskou se nic nebudeme dotýkat a pomalu ji budeme přibližovat k jednomu konci tužky. Při určité vzdálenosti uvidíme, jak se tužka začne přitahovat k desce. Budeme-li deskou uhýbat, bude se tužka otáčet tak dlouho, až spadne. Víme, že předměty různě nabitě se přitahují. Nabili jsme však jen hlavní desku. Jak se tedy mohou přitahovat? Zapomněli jsme na fakt, že se nacházíme v elektrickém poli, kde, jak víme z předešlých kapitol, nastane polarizace dielektrika (tužky). V tužce tedy dojde k přesunu opačného náboje, než je náboj na nabitě desce, na tu její stranu, která je blíže k nabitě desce.

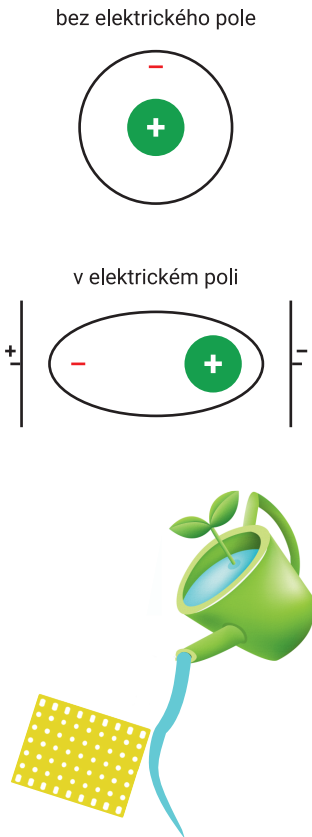


I. ELEKTROSTATIKA

6. ODKLONĚNÝ PROUD VODY

Každý z vás ví, že pokud pustíme vodu z kohoutku u umyvadla a necháme ji téct slabým proudem, je vlivem zemské přitažlivosti proud směřován svisle dolů. Přiložíme-li k praménku desku, nezaznamenáme žádnou změnu. Když třením o vlasy vytvoříme na plastové desce elektrostatický náboj a přiblížíme ho k praménku vody, zjistíme, že voda náhle změní směr a začne se přitahovat směrem k plastové desce. Nyní desku přiložíme k něčemu vodivému, např. k radiátoru (potrubí je uzemněno vodivým spojením se zemí), necháme chvíli desku vybit a znovu ji přibližujeme k praménku vody. Zjistíme, že se vychýlí podstatně méně, případně vůbec.

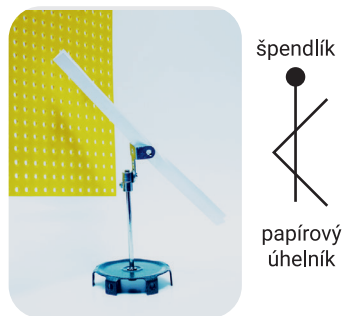
Tento jev je založen na polarizaci molekul vody v elektrickém poli (voda je polární dielektrikum).



7. HOUPAČKA

Sestrojíme si podle obrázku stojánek tak, abychom mohli do dvou oček vložit špendlík. Z tenkého proužku papíru si složíme úhelníček. Kousek od středu ho propícheme špendlíkem a takto zhotovené vahadlo položíme na plíšky stojánku.

Protože papírové vahadlo není vyvážené, stočí se těžším koncem svisle dolů. Nyní si nabijeme desku třením o vlasy a budeme ji přibližovat k proužku papíru. Ten se vychýlí. V tom okamžiku rychle cukneme deskou zpět. Proužek se bude vracet do původní polohy, setrvačností se však vychýlí na druhou stranu a začne se kývat. Pokusíme se zase přiblížit desku v tempu kmitů, takže zajistíme kmitavý pohyb.



8. KYVADLO

Sestrojíme si jiný stojánek. Na něj zavěsíme na nit malé závažíčko, např. pásek č. 2002, a budeme se elektrostaticky nabitou deskou přibližovat k závažíčku. Obdobně jako v předcházejícím pokusu se závažíčko vychýlí a při následném oddělení desky se rozhoupe. Podaří-li se nám sladit přibližování nabitě desky s pohybem závažíčka, docílíme velkých kmitů. Sestrojili jsme si **kyvadlo**.

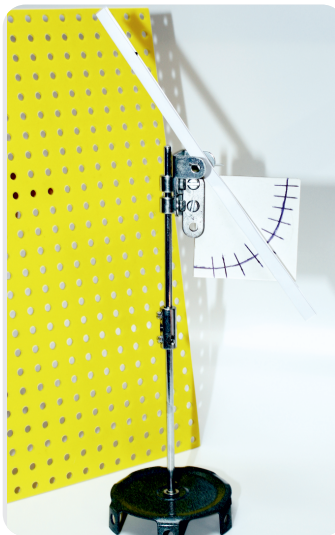
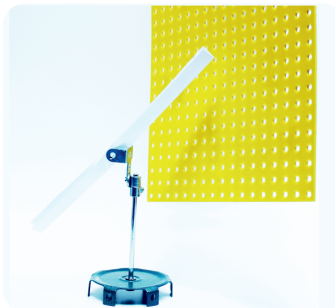


I. ELEKTROSTATIKA

9. ELEKTROSKOP

Sestrojíme si jednoduché zařízení, pomocí něhož budeme moci jednoduše měřit elektrostatický náboj. Takovému zařízení říkáme **elektroskop**. Podle obrázku sestrojíme stojánek. Opět použijeme složený papírový úhelníček propíchnutý jehlou nebo špendlíkem a toto vahadlo položíme na úhelníčky. Vzhledem k mírné nevyváženosti bude papírový úhelníček ve svislé poloze.

Přiblížíme-li nabitou desku zepředu, úhelníček se vychýlí. Při oddělení se vrátí do původní polohy. Pokud přiblížíme nabitou desku zezadu a dotkneme se jí stojánku, přeneseme náboj na vodivý stojánek. Vzhledem k tomu, že stojánek a papírový úhelníček budou mít stejný náboj, vychýlí se úhelníček obdobně, jako když jsme se přiblížili s deskou zepředu. Zjistíme ale, že zůstane v této vychýlené poloze. Teprve když se stojánku dotkneme rukou, způsobíme vybití elektroskopu a úhelníček se vrátí do nulové polohy. Princip elektroskopu je založen na odpuzování souhlasných nábojů.

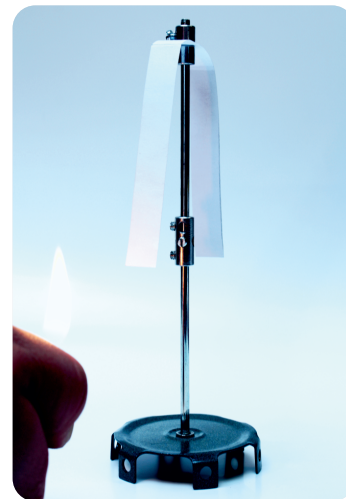


10. ELEKTROMETR

V předcházejícím pokusu jsme zjistili, zda máme na desce elektrický náboj nebo ne. Chceme-li alespoň přibližně změřit nebo porovnat velikost náboje, můžeme si na elektroskop udělat stupnici na měření výchylky. Takovému přístroji již neříkáme elektroskop ale **elektrometr**. Na vybitý elektroskop můžeme nyní přenášet různé veliké náboje a již nyní jsme schopni velikost jednotlivých nábojů porovnat.

11. IONIZACE VZDUCHU

Na základní desku si připevníme do svislé polohy tyčinku podle obrázku, na jejíž konec připevníme dva slabé proužky jemného hedvábného (toaletního) papíru. Na takto vzniklý modul přeneseme elektrostatický náboj, který oba papírky od sebe vzájemně odkloní, protože mají stejný náboj. Dva stejné náboje se vzájemně odpuzují. Tyto papírky setrvávají ve vychýlené poloze. Nyní zapálíme zápalku a opatrně ji přiblížíme ze strany k oběma papírkům. Zjistíme, že papírky se znovu vrátí do původní svislé polohy. Proč tomu tak je? V okolí papírku se ohřevem vzduch ionizuje (rozloží se na kladné a záporné ionty) a dojde k vybití náboje na papírech.



12. FARADAYOVA KLEC

Postavíme si stojánek dle obrázku. Na stojánek volně zavěsíme provázek. Vezmeme si umělohmotnou, dřevěnou nebo papírovou nádobu a vložíme do ní provázek zavěšený na stojánku. K nádobě přiblížíme zelektrizovanou desku a pozorujeme, zda ovlivňuje provázek uvnitř nádoby. Zjistili jsme, že provázek se vychýlí směrem k nabitě desce.

I. ELEKTROSTATIKA

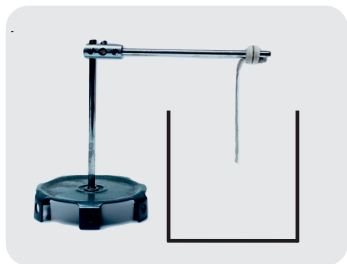
Nyní zopakujeme celý pokus s plechovým hrníčkem, ale provázek se ani nehne. Přitažlivá síla elektricky nabitých těles pronikne přes nevodivé materiály, ale nepronikne přes uzavřené kovové pouzdro. Tomuto jevu, který plyne z Gaussova zákona, říkáme Faradayova klec. Letadla nebo auta představují Faradayovu klec, která chrání cestující před zasažením bleskem.

13. KONDENZÁTOR

Jak jsme zjistili, vše v přírodě má tendenci zaujmout stav s co nejmenší energií (těleso padá k Zemi, polarizované částice se přitahují atd.). Lze tedy nějak elektrickou energii uchovat? Ano, pomocí zařízení nazývaného **kondenzátor**. My si takový kondenzátor postavíme. Na základní desku připevníme pomocí staváčku

me proužky tenkého papíru. Vyrobíme si náboj a zespodu se dotkneme připevněné tyčinky. Papírky se vychýlí na opačné strany a v této poloze setrvají. Takto si můžeme uchovat elektrický náboj. Přestože je vše odizolované, po čase se náš kondenzátor vybije, protože dokonalý vodič ani izolant neexistuje.

S takovým kondenzátorem se doslova setkáváme na každém kroku. Povrch Země a ionosféra (jedna vrstva atmosféry) tvoří dvě elektrody kulového kondenzátoru. Po vnitřní elektrodě tohoto kondenzátoru chodíme. Mechanismus nabíjení a vybíjení spočívá v bouřkové činnosti. Každou sekundu proběhne na zeměkouli asi 100 blesků.



kovová nádoba

Provázek se nehýbe
směrem k nabitě desce
- klec izoluje.



plastová nádoba

Provázek se vychyluje
směrem k nabitě desce
- klec neizoluje.





II. ELEKTŘINA

II. ELEKTRINA

Jistě již každý z vás slyšel o elektríně, **elektrickém proudu** a **elektrickém napětí**. Co to vlastně elektrický proud je? Dlouho to lidé nevěděli, ale my se to pokusíme objasnit.

Mnozí z vás již jistě přemýšleli o tom, z čeho jsou předměty kolem nás složeny. Víme už asi ze školy, od rodičů nebo od starších kamarádů, že je to **hmota** a ta se skládá z nesmírně malých částecek, kterým říkáme **atomy**. Všechno kolem nás je tvořeno těmito základními stavebními kameny. Vědci po dlouhém bádání zjistili, že ani atom není nejmenší částíčkou hmoty. Každý atom se ještě skládá z **jádra** a **obalu**. Jádro se dále skládá z **protonů** a **neutronů**. Nás však bude zajímat především obal, v němž obíhají **elektrony**. Na obrázcích kreslíme tyto částice jako kuličky, ale jak vypadají ve skutečnosti, to si neumíme ani představit.

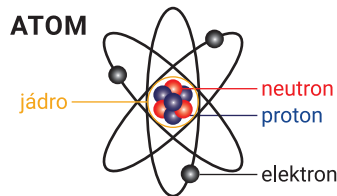
Z elektrostatiky již víme, že existuje elektrický náboj, a to buď záporný, nebo kladný. A právě elektron je částice, která nese jeden záporný elementární (základní) náboj. Máme-li na jednom místě nadbytek elektronů (je záporně nabitě) a na druhém místě nedostatek (je kladně nabitě), vznikne při spojení těchto dvou míst uspořádaný pohyb

volných elektronů od záporného pólu ke kladnému – tomuto pohybu říkáme **elektrický proud**. **Elektrické napětí** je rozdíl potenciálů v těchto bodech.

Dříve, než toto bylo objeveno a prokázáno, byl vžitý mylný názor, že elektrický proud teče od kladného pólu k zápornému. Aby se to už nepletlo, protože různá schémata a pravidla vycházela z tohoto mylného názoru, bylo dohodnuto, že se toto vžité pravidlo zachová a budeme hovořit o tzv. „dohodnutém směru elektrického proudu“. My už tedy víme, že ve skutečnosti tomu je naopak. Na všech schématech elektrických obvodů označujeme směr elektrického proudu od kladného pólu k zápornému. Ve většině případů se jedná o pohyb elektronů v kovu. Kovy vedou dobře elektrický proud, protože obsahují velké množství volných elektronů. Kovy jsou proto nazývány **vodiče**. Elektrický proud nemusí být jen pohyb záporných elektronů, o tom si však řekneme později.

Abychom spolehlivě mohli porovnávat a měřit elektrický proud, zavádíme novou fyzikální veličinu – **elektrický proud**. Jednotkou elektrického proudu (I) je jeden **ampér** (A). Ampér je jednou ze základních jednotek SI.

Jednotkou **elektrického napětí** (U) je jeden **volt** (V). Někdy se můžete setkat s pojmem **elektromotorické napětí** (U_e), čímž se rozumí napětí zdroje naprázdno (napětí na nezátíženém zdroji).

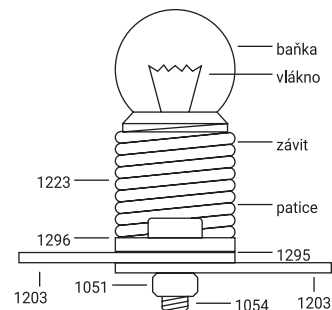


14. ŽÁROVKA

Každý z vás již jistě viděl žárovku. Žárovka je jeden z neznámějších vynálezů amerického vynálezce Thomase Alvy Edisona. Původní Edisonova žárovka se postupně zdokonalovala. Současně provedení je takové, že do skleněné baňky, ze které je odčerpán vzduch nebo která je naplněna inertním plynem (dusíkem nebo vzácnými plyny) o nízkém tlaku, je umístěno wolframové vlákno. Toto vlákno, které je stočené do spirály, se průchodem elektrického proudu rozžhaví do běla a vyzařuje **světelnou energii** (světlo). V baňce musí

být vakuum nebo inertní atmosféra, protože na vzduchu by wolframové vlákno hned shořelo – zreagovalo by se vzdušným kyslíkem. Žárovky mají různá provedení podle použití. Rozdělujeme je podle druhu skla (čiré, barevné, mléčné), tvaru (baňka, váleček, bodovka), velikosti, jasu, intenzity svícení a podle způsobu připevňování (závit speciální obly, Edisonův, bajonetový uzávěr). Svítí-li žárovka, tak zároveň vyzařuje teplo do svého okolí (elektrická energie se přeměňuje na světelnou z necelých 8 %).

V naší stavebnici máme jednu 2,5V a dvě 6V žárovky. 6V žárovku můžeme vyzkoušet pomocí ploché baterie nebo našeho zdroje tak, že se kontakty dotkneme závitu žárovky a kovového hrotu. Žárovka se rozsvítí. Nepoužívejte vyšší než jmenovité napětí!



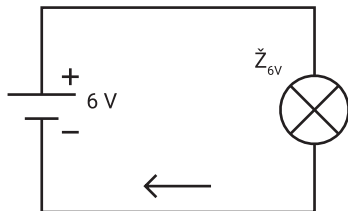
II. ELEKTŘINA

15. OBVOD SE ŽÁROVKOU

Nyní přistoupíme k sestavení prvního **elektrického obvodu**. Elektrický obvod je propojení zdroje elektrického napětí (např. monočláнку, ploché baterie, transformátoru apod.) pomocí vodičů (drátků, pásků) s elektrosoučástkami (žárovíčka, motorek, cívka apod.).

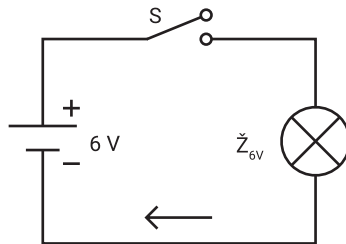
Sestojíme si držák na žárovíčku. Na základní perforovanou desku z plastu připojíme podle obrázku na konci předchozí strany držák se žárovkou a tento držák propojíme vodiči podle obrázku na konci předchozí strany a schématu se zdrojem. **Elektrické schéma** je názorné nakreslení elektrického obvodu, které nám pomůže pochopit způsob zapojení elektrických součástek.

Aby se každý v tomto elektrickém schématu vyznal, kreslí se podle určitých zvyklostí a pro zobrazení jednotlivých součástek se používají příslušné **schematické značky**, které jsou stanoveny normou. Připojíme-li na konce vodičů (kovových drátů, merkurvských pozinkovaných pásků) zdroj elektrické energie, žárovka se rozsvítí.



16. OBVOD SE SPÍNAČEM

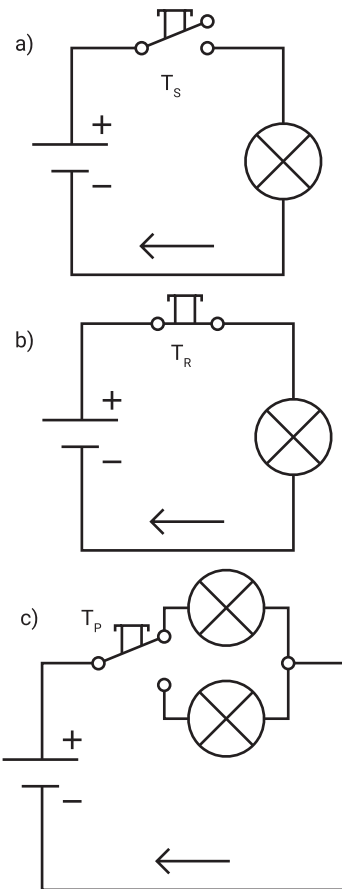
Elektrický obvod se **spínačem** je takový obvod, který lze pomocí spínače mechanicky trvale **uzavřít** nebo **rozpojit** (zapnout nebo vypnout). V praxi se používá několik typů spínačů, například otočné, páčkové, kolébkové, stiskací, posuvné a jiné. Vyrábějí se dle použití pro různá jmenovitá napětí, proudy a různá prostředí. Ve stavebnici najdeme speciální součástku, kterou můžeme zapojit jako spínač nebo přepínač. Na základní desce sestavíme podle schématu obvod s naším univerzálním spínačem, 6V žárovkou, vodiči a zdrojem napětí. Můžeme použít i jiný spínač, např. zvonkový. Je pravidlem, že spínače se do 6V schématu zapojují ke kladnému pólu zdroje.



17. OBVOD S TLAČÍTKEM

Místo spínače připojíme do obvodu **tláčítko**. Elektrický obvod s tlačítkem je takový obvod, který lze pomocí tlačítka mechanicky po dobu stisku tlačítka uzavřít, rozpojit nebo přepnout (**spínací**, **rozpínací** nebo **přepínací** tlačítko). V praxi se používá několik typů tlačítek, lišících se tvarem hmatníku, hodnotami napětí a proudy, či provedením pro použití v určitém prostředí.

I v tomto pokusu použijeme naši speciální součástku, kterou tentokrát zapojíme jako tlačítko spínací (obr. a) či jako tlačítko rozpínací (obr. b) nebo jako tlačítko přepínací (obr. c). Sestavíme různé obvody s jednotlivými tlačítky a povšimneme si rozdílů mezi nimi a spínačem.

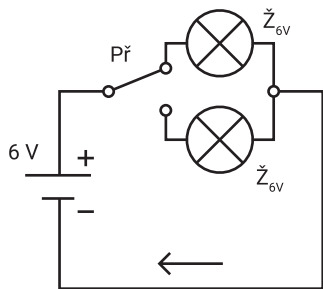


Reálné sestavení najdete na stranách 51–54.

II. ELEKTŘINA

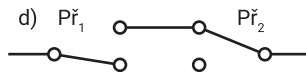
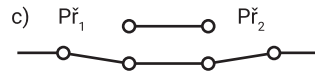
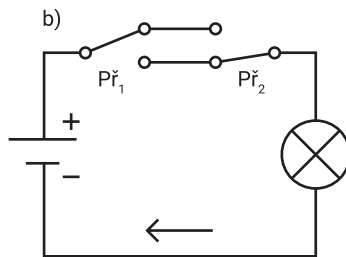
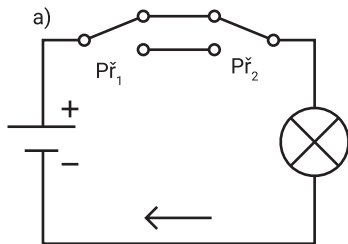
18. OBVOD S PŘEPÍNAČEM

Stávající zapojení si nyní rozšíříme o další možnost, a to tak, že ke druhému i třetímu kontaktu připojíme další 6V žárovku podle schématu. Vyzkoušíme si přepínací páčku spojit nejprve s jedním a potom s druhým kontaktem. Zjistíme, že můžeme střídavě rozsvěcet jednu nebo druhou žárovku, tedy přepínáme – odtud název **přepínač**.



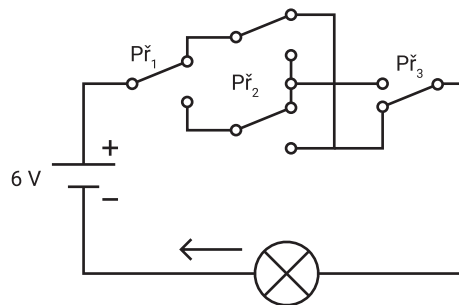
19. SCHODIŠŤOVÝ VYPÍNAČ

Teď, když jste pochopili princip přepínače, vás bude jistě zajímat, jak pracuje vypínač na schodišti, kdy si světlo dole rozsvítíme a v prvním poschodí zhasneme. Vysvětlení je jednoduché. Prostudujeme si schéma a provedeme zapojení podle obrázku. Zjistíme, že při tomto způsobu zapojení může být přepínač Př₁ v sepnutém stavu jednou v poloze 1 a podruhé v poloze 2. Obdobně tomu je u přepínače Př₂. Vznikne tak několik kombinací, ale vždy můžeme jedním nebo druhým přepínačem žárovku rozsvítit nebo zhasnout. Žárovka nám svítí v případech a) a c), nesvítí v případech b) a d). Je zřejmé, že pro tento pokus potřebujeme dva přepínače. Druhý si postavíme z pásků dle obrázku.



20. OVLÁDÁNÍ ZE TŘÍ MÍST

V praxi se spínáním ze dvou míst mnohdy nevystačíme. Jsou případy, kdy potřebujeme spínat či vypínat spotřebič z více míst. Tento problém lze vyřešit dvojitým, tzv. **křížovým přepínačem**. Pokud takovýto přepínač zapojíme mezi dva schodišťové přepínače, můžeme světlo ovládat ze tří míst. Pro ovládání z ještě více míst můžeme do obvodu zapojit potřebný počet křížových přepínačů. Počet není omezen, stačí jen vyřešit technické problémy. Křížový přepínač si sestavíme pomocí 6V dílů stavebnice podle obrázku.



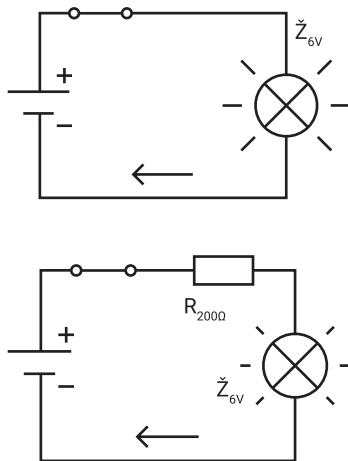
II. ELEKTŘINA

21. ELEKTRICKÝ ODPOR

Látky můžeme dělit na **vodiče** a **izolanty**. Vodiče vedou elektrický proud. Každý vodič klade elektrickému proudu určitý odpor. Jestliže máme dva dráty stejné délky ze stejného materiálu, ale různého průřezu, pak tlustší vede proud lépe, má menší odpor. Obráceně to bude s délkou. Čím větší je délka vodiče, tím větší bude jeho odpor. Pokud budou mít ovšem dva dráty stejnou délku a stejný průřez a každý bude z jiného materiálu, potom bude mít každý jiný odpor. Dobrymi vodiči proudu jsou kovy, a to především stříbro, měď, zlato a hliník. Jako vodiče se nejčastěji používají měď a hliník. Pro speciální účely (např. u varičů, žehliček, k vyhřívání elektrické trouby) se používají speciální slitiny, které mají velký odpor. V praxi nepotřebujeme jen dobré vodiče, ale potřebujeme např. spojit dvě místa vodičem s velkým odporem. K tomu nemůžeme použít obyčejné vodiče. Ty by musely být mnoho kilometru dlouhé. Používáme k tomu součástky, kterým říkáme rezistory. Pro měření velikosti odporu zavádíme jednotku 1 Ω (**ohm**).

Ve stavebnici máme jeden takový rezistor o hodnotě 430 Ω . Sestrojíme jednoduchý obvod s žárovčkou. Poté

do obvodu mezi žárovčku a zdroj připojíme rezistor ze stavebnice. Všimneme si rozdílného svitu žárovčky. Žárovčka s rezistorem svítí méně, protože rezistor klade procházejícímu proudu větší odpor než merkurkový pásek.



22. SÉRIOVÉ ZAPOJENÍ SPOTŘEBIČŮ

Sériové zapojení součástek je nejzákladnějším zapojením v elektronice, kdy v elektrickém obvodu zapojujeme několik spotřebičů (rezistorů, žárovek apod.) za sebou, tj. v sérii. *Elektrický proud má v obvodu ve všech místech stejnou hodnotu, součet napětí na jednotlivých součástkách se rovná napětí na zdroji.* To znamená, že např. ke zdroji napětí 12 V můžeme sériově připojit dvě stejné 6V žárovky. Napětí na každé žárovce bude poloviční oproti napětí baterie.

Sestavíme obvod se dvěma stejnými 6V žárovkami zapojenými v sérii a zdrojem napětí nastaveným na 6 V. Nyní zkusíme do obvodu se zdrojem napětí nastaveným na 6 V zapojit pouze jednu 6V žárovku. Žárovku připojenou na vyšší napětí než jmenovité nenecháváme dlouho svítit, protože hrozí přepálení vlákna žárovky. Porovnáme, jak žárovky svítily. Zjistili jsme, že žárovka zapojená samostatně svítí jasněji než žárovky v sérii. Víme, že žárovka připojená na vyšší než jmenovité napětí svítí jasněji. Z toho plyne, že napětí na každé žárovce zapojené v sérii je nižší než napětí u žárovky zapojené samostatně. Pokud

bychom měli voltmetr a ampérmetr, mohli bychom naměřit přesné hodnoty napětí a proudu v daném obvodu a toto tvrzení si ověřit.

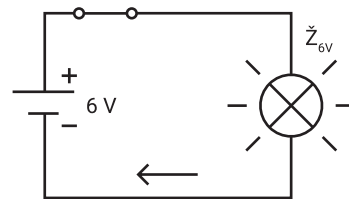
Jestliže u sériového zapojení jedna žárovka praskne, přestanou svítit i ostatní. Dojde k přerušení obvodu – neprotéká jím proud.

V praxi toto zapojení využíváme např. u zapojení osvětlení vánočních stromků. Přestože žárovky jsou pouze na napětí 12 V, mohou se připojit na napětí 230 V. Kolik žárovek musí být zapojeno v sérii, aby nedošlo k jejich poškození?

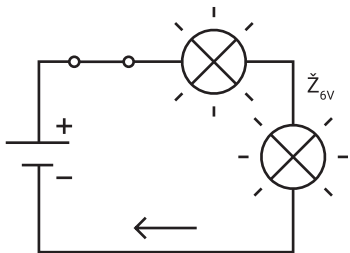
Pozn: Pro sériové zapojení spotřebičů platí vztah:

$$R = R_1 + R_2 + \dots + R_n,$$

kde je R celkový odpor spotřebičů a R_i jsou odpory jednotlivých spotřebičů $i = 1, 2, \dots, n$.



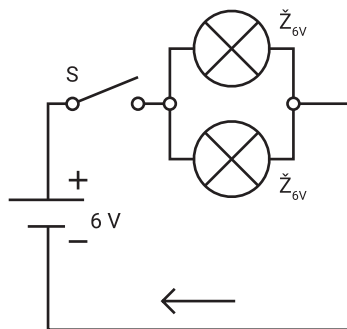
II. ELEKTŘINA



23. PARELNÍ ZAPOJENÍ SPOTŘEBIČŮ

Paralelní zapojení součástek je dalším ze základních zapojení v elektronice, kdy v elektrickém obvodu zapojujeme několik spotřebičů (rezistorů, žárovek apod.) vedle sebe, tj. paralelně. Vznikne několik různých větví. Velikost elektrického proudu v každé větvi je závislá na odporu součástek v této větvi. *Celkový proud v obvodu je dán součtem proudů v jednotlivých větvích. Napětí je na všech součástkách obvodu stejné.* Paralelní zapojení žárovek se používá u zapojení osvětlení např. v domácnostech. Pokud rozsvítíme žárovky ve všech místnostech, budou *svítit se stejnou intenzitou* jako v případě, že svítí pouze jedna. Obvodem však bude protékat větší proud, který je součtem proudů v jednotlivých větvích.

Na zdroji máme napětí 6 V a sestavíme obvod se dvěma 6V žárovkami zapojenými paralelně. Dále zapojíme ke zdroji napětí 6 V pouze jednu 6V žárovku. Porovnáme jejich svítivost. Zjistili jsme, že žárovky v obou případech svítí stejně. Napětí je tedy v každé větvi stejné.

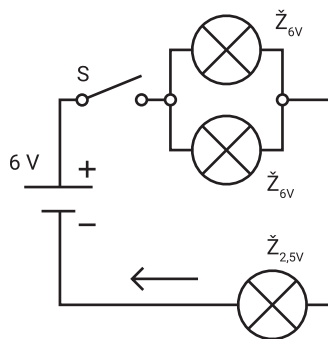


24. SÉRIOVÉ A PARELNÍ ZAPOJENÍ

Nyní porovnáme, jak svítí žárovky zapojené sériově a paralelně. Zjistíme, že při sériovém zapojení svítí žárovky méně jasně než při paralelním zapojení. Příkladem sériového zapojení jsou vánoční svíčky na

stroměčku. Praskne-li jedna žárovka, ostatní nesvítí, protože je přerušen elektrický obvod. Příkladem paralelního zapojení je elektrická instalace v bytě, kdy můžeme v kterékoliv větvi uzavírat obvod (rozsvítit žárovku).

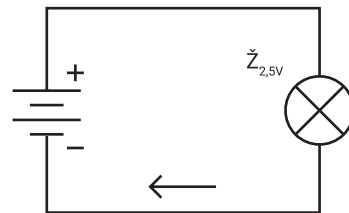
Rozsvítíme-li najednou světla ve všech místnostech, zjistíme, že všechna svítí s plnou intenzitou jako v případě, že by svítla jedna žárovka. Celým obvodem protéká větší proud než v jednotlivých větvích. Můžeme však také sestavit kombinovanou zapojení s více žárovkami. Příklad kombinovaného zapojení je uveden na schématu. K sestavování ještě složitějších obvodů si musíme přikoupit další žárovky.



25. SÉRIOVÉ ZAPOJENÍ ZDROJŮ

Do obvodu můžeme jako zdroj zapojit jeden monočlánek, který má napětí 1,5 V. Tímto 1,5V monočlánek můžeme rozsvítit pouze žárovku na malé napětí, např. i 2,5 V. Žárovka ze stavebnice bude svítit velice slabě. *Chceme-li zvýšit napětí, můžeme monočlánky zapojit do série*, tedy budeme připojovat kladný pól jednoho monočládku k zápornému pólu druhého monočládku. Výsledkem bude vyšší napětí, které se rovná součtu napětí na každém z nich. Takto vznikne plochá baterie, která se skládá ze tří malých monočládků, a proto má napětí 4,5 V ($3 \times 1,5$).

V praxi se s tímto zapojením setkáváme velice často, např. u kalkulaček, fotoaparátů atd.



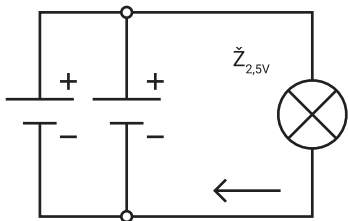
Reálné sestavení najdete na stranách 51–54.

II. ELEKTŘINA

26. PARALELNÍ ZAPOJENÍ ZDROJŮ

Otázkou je, co se stane, když zapojíme monočláanky **paralelně**, tedy ke kladnému pólu jednoho monočláanky zapojíme kladný pól druhého a k zápornému pólu jednoho záporný pól druhého. Připojíme-li k tomuto zdroji, který sestává ze dvou nebo i více monočláanků, žárovičku, zjistíme, že žárovička svítí se stejnou intenzitou jako při zapojení na jeden monočláanek. To znamená, že *napětí je ve všech případech stejné*, a to 1,5 V. Opět použijeme 2,5V žárovičku ze stavebnice. Při použití stejných zdrojů žárovka vydrží svítit déle.

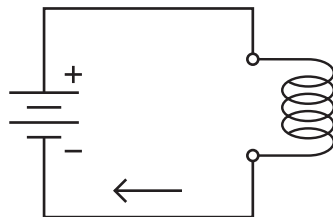
Na rozdíl od sériového zapojení zdrojů používáme paralelní zapojení zdrojů v praxi málo – nemá konkrétní využití.



27. ELEKTŘINA JAKO ZDROJ TEPLA

Jak jsme si řekli u žárovičky, vzniká vedle světla také **teplo**. Teplo, které vzniká průchodem elektrického proudu, nazýváme **Joulovo teplo**. Joulovo teplo je závislé na velikosti odporu vodiče. Chceme-li, aby vznikalo hodně tepla např. u vařičů, musí být topné spirály vyrobeny z materiálu, který klade průchodu elektrickému proudu velký odpor. Jindy je tento jev nežádoucí, např. u žárovky, při vedení elektrické energie atd. U klasické žárovky se více jak 90 % elektrické energie přemění na teplo, zbytek se přemění na energii světelnou. Platí zákon zachování celkové energie, což znamená, že se energie může různě přeměňovat, ale nemůže vzniknout ani zaniknout.

Ve stavebnici máme malou spirálu z odporového drátu (č. 1294). Zapojíme ji dle schématu do obvodu a při sepnutí zjistíme, že se značně zahřívá. Jako zdroj proudu můžeme použít dva sériově zapojené monočláanky. *Dávejte pozor, abyste se nespálili!*



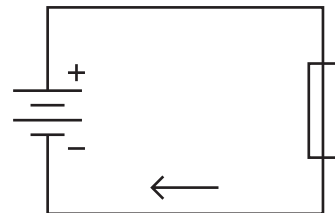
28. TAVNÁ POJISTKA

Elektrický zkrat nastane, jestliže přímo spojíme kladný a záporný pól u stejnosměrného zdroje proudu. U střídavého zdroje proudu zkrat nastane přímým spojením fáze s PEN vodičem. Tomuto zapojení také říkáme zapojení nakrátko. Při zkratu teče vodičem velký proud, který způsobuje jeho *zahřátí* a následně *přepálení*. Pokud do obvodu zapojíme tenký drátek, zahřeje se mnohem dříve a jako první se přepálí. To je princip **tavné pojistky**.

Ze stavebnice vezmeme velice tenký drátek. Tímto drátkem spojíme kladný a záporný pól ploché baterie. Vidíme, že se tento drátek přepálil.

V domácnostech máme pojistky vyrobené na určitý proud, např. 6 A, 10 A atd. Při výraznějším překročení tohoto proudu dojde k přetavení pojistky. Proud můžeme překročit zkratem nebo zapojením několika spotřebičů

najednou. Při zkratu teče obvodem tak veliký proud, že se přepálí každá pojistka. V dnešní době jsou již pojistky na ústupu, místo nich se používají jističe. Princip jističe je však založen na jiném fyzikálním ději, ale o tom si řekneme později.



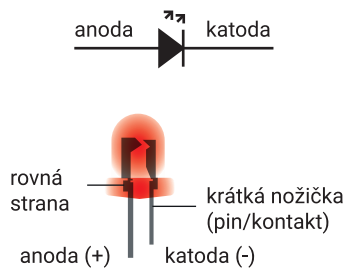
29. DIODA V PROPUSTNÉM SMĚRU

Světelná dioda je definována jako polovodičová součástka, u níž průchodem elektrického proudu přechodem PN vzniká světelné zařízení. Tedy podstata je úplně jiná než u žárovky. Světelná dioda se dříve používala především k signalizaci. V literatuře bývá světelná dioda nazývána také svítivka nebo LED dioda.

Zapojme si pokus se svítivou diodou podle následujícího schématu (obr. a). Sepneme-li spínač, proud poteče od kladného pólu zdroje přes

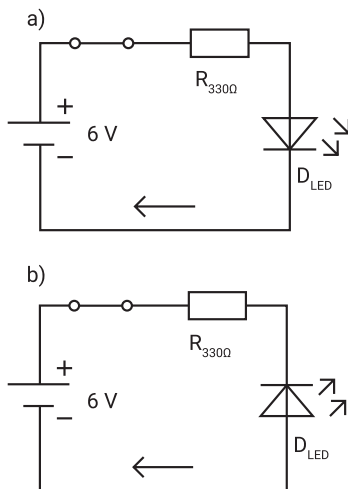
II. ELEKTŘINA

spínač, rezistor a svítivou diodu (LED) zpět do zdroje. Svítivka bude svítit. Pro omezení proudu procházejícího obvodem zařazujeme do obvodu rezistor o takové velikosti odporu, aby obvodem (svítivkou) tekł proud maximálně 20 mA, což je maximální přípustný proud svítivkou. Svítivka (LED dioda) se v obvodě chová jako klasická polovodičová dioda. Proud jí může procházet jen jedním směrem, pokud zapojíme katodu k zápornému pólu zdroje a anodu ke kladnému.



30. DIODA V ZÁVĚRNÉM SMĚRU

V minulém experimentu jsme měli svítivku zapojenou v tzv. propustném směru. Nyní se pokusíme svítivku zapojit opačně. Tím ji zapojíme v tzv. závěrném směru (obr. b). Sepneme-li však spínač, obvodem nepoteče žádný proud. Svítivka se nerozsvítí. Její polovodičový přechod je pólován v nepropustném směru. Takto se svítivá dioda liší od běžné žárovky.



The background is a dark, textured field of small, glowing particles. On the left side, there is a large, bright, glowing sphere with a reddish-pink hue. The rest of the image is filled with a dense field of smaller, elongated, glowing particles in shades of blue and red, creating a sense of depth and movement.

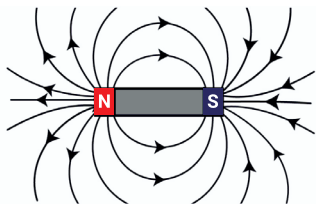
III. MAGNETISMUS

III. MAGNETISMUS

Každý z vás již jistě viděl magnet nebo o něm něco slyšel. Účinky magnetu byly známy již v minulosti, ale podstatu magnetismu se podařilo vysvětlit až mnohem později. Magnetismus souvisí se strukturou hmoty, především s obíháním elektronů.

Co to vlastně je magnet? Na první pohled je to kus železa, ale dovede podivné věci – přitahuje k sobě železné předměty, některých si naopak vůbec nevšimá. My máme ve stavebnici dva druhy magnetu: dva malé kulaté magnety a jeden velký modrý ve tvaru podkovy. Podkovovitý magnet je vyroben z oceli. Kulatý magnet je vyroben z feritu, což je směs různých oxidů železa.

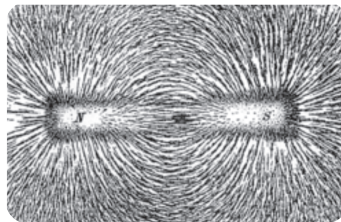
Magnet má **dva póly** – **severní** a **jižní pól**. Severní pól označujeme červenou barvou a písmenkem N z anglického *north* – sever, jižní pól značíme písmenkem S z anglického *south* – jih.



31. MAGNETICKÉ POLE KOLEM MAGNETU

Kolem každého magnetu existuje **magnetické pole**. Toto pole nazýváme vírové nebo uzavřené. K popisu pole zavádíme pojem **siločára**. Vezmeme ze stavebnice sáček s železnými pilinami a čistý bílý papír. Pod tento papír vložíme podkovovitý magnet a budeme na něj velice jemně sypat železné piliny. Pozorujeme, jak se piliny uspořádaly. Železné piliny se seskupí do tvaru siločar a vytvoří obrázek. Zjistíme odlišnost obrazců u různých magnetů odlišného tvaru, např. u magnetu kulatého, tyčinkového nebo ve tvaru podkovy.

Největším magnetem je Země. Severní magnetický pól se nalézá poblíž jižního zeměpisného pólu a naopak – jižní magnetický pól se nachází poblíž severního zeměpisného pólu. Aby to nebylo jednoduché, bylo zjištěno, že poloha magnetických pólu Země není neměnná, ale že se mění. Dokonce před několika miliony let byly magnetické póly přesně opačně. To znamená, že i kolem Země existuje magnetické pole. Můžeme využít magnetické vlastnosti Země? Ano, to už si uvědomili asi před 2 000 lety Číňané. Ale o tom si řekneme v dalších pokusech.



32. MAGNETIZACE

V přírodě se vyskytují látky, které jsou buď diamagnetické, paramagnetické nebo feromagnetické. **Diamagnetické látky**, jako jsou např. zlato a měď, magnetické pole magnetu *mírně zeslabují*. Při přiblížení magnetu nepozorujeme žádnou změnu. **Paramagnetické látky**, jako např. hliník, sodík apod., naopak magnetické pole *mírně zesilují*. Tato změna je ale natolik malá, že ji při přiblížení k magnetu ani nepozorujeme. **Feromagnetické látky**, jako jsou např. železo, kobalt či nikl, magnetické pole *značně zesilují*.

Vložíme-li předmět z feromagnetického materiálu do magnetického pole, stává se i z něj magnet. Pokud je po vyjmutí z magnetického pole zmagnetizován minimálně, říkáme, že je vyroben z **magneticky měkké látky**, v opačném případě z **magneticky**

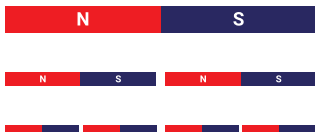
tvrdé látky – stává se *permanentním* (trvalým) magnetem. Toto si vyzkoušíme: porovnáme např. jehlici na pletení, šroubovák, hřebík, kousek obyčejného drátu, šroubek apod. Poznáte, které předměty jsou z magneticky tvrdého materiálu? Zmagnetizujeme-li nějaký ocelový předmět, zjistíme, že předměty vyrobené z magneticky tvrdého materiálu si ponechávají svou vlastnost trvale – jsou magnetické. Někdy se nám tato vlastnost hodí. Využíváme ji např. u zmagnetizovaného šroubováku, kterým si můžeme utáhnout či zašroubovat ocelový šroubek na nepřístupném místě.



III. MAGNETISMUS

33. MAGNET SE NEDÁ ZNIČIT

Poprosíme maminku o ocelovou jehlici na pletení, kterou zmagnetizujeme. Položíme zmagnetizovanou jehlici do železných pilin a ověříme, že se uprostřed magnetu nachází místo, které železné piliny vůbec nepřitahuje. Označíme si toto místo fixem. Nyní vezmeme tuto jehlu a zlomíme ji pomocí svéráku a kleští přesně v označeném místě. Tak sláva! Budeme mít dva magnety, které se přitahují jen na jednom konci. Svou domněnku ale musíme ověřit. Teorie, která není v souladu s pozorováním, je nám k ničemu. Obě půlky položíme do železných pilin. Co se to stalo? Půlka jehlice se chová jako původní jehlice – přitahuje na obou koncích. Nám je to jasné – přece jsme si řekli, že u magnetu jsou vždy dva póly. Nyní můžeme pokus zopakovat s půlkou půlky jehlice. Pokaždé dojdeme ke stejnému závěru – *magnet má vždy dva póly*.



34. A PŘECE NENÍ NEZNIČITELNÝ

Zjistíme, že zmagnetizovaný předmět z magneticky tvrdé oceli si ponechává magnetické vlastnosti trvale. Co s ním, když už nechceme, aby byl magnetem?

Není zcela nezničitelný. Pokud bychom zmagnetizovanou jehlici nebo jiný předmět položili na rozžhavenou plotýnku sporáku nebo plynového či lihového vaříče, zjistíme, že po rozpálení do červena a po následném vychladnutí předmět ztrácí magnetické vlastnosti. Toto však nezkoušejte sami, pouze s rodiči, protože hrozí nebezpečí popálení.

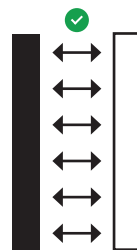
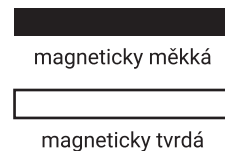
Teplota, při které magnet ztrácí magnetické vlastnosti, se nazývá **Curieova** [kirijova] **teplota**. Podobně tomu bude i v případě, že budeme zmagnetizovanou jehlici tlouct na kovadlině těžkým kladivem. Záhy také ztratí své magnetické vlastnosti.



35. JAK POZNÁME MAGNET

Ve stavebnici máme dvě stejné tyčinky o průměru asi 4 mm a délce 50 mm. Jedna je z magneticky tvrdého materiálu (č. 1319) a jedna z magneticky měkkého materiálu (č. 2060). Obě tyčinky zmagnetizujeme. Z tyčinky z magneticky tvrdého materiálu se stane magnet. U druhé tyčinky po chvíli magnetické vlastnosti pominou.

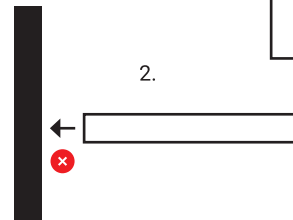
Představme si, že budeme v místnosti, kde není žádný kovový ani magnetický předmět, a dostaneme otázku, která z tyčinek je magnetem. Jak tento hlavolam vyřešíme? Řešení je jednoduché. Když tyčinky položíme rovnoběžně vedle sebe, přitáhnou se, ale pořád nevíme, která přitáhla kterou. Proto přiložíme jednu tyčinku kolmo ke středu druhé. Začnou-li se tyčinky přitahovat, nastal případ na obr. 1. Nepřitahují-li se, nastal případ na obr. 2. Podstatou pokusu je fakt, že uprostřed magnetu je místo, které ocelové předměty nepřitahuje.



1.



2.

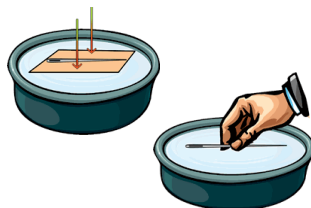


III. MAGNETISMUS

36. JEHLA NA VODĚ

Co je těžší? Stejný objem vody nebo železa? Každý přece ví, že železný předmět, ponoříme-li ho do vody, klesne ke dnu. Platí zde **Archimédův zákon**, který říká, že těleso ponořené do kapaliny je nadlehčováno takovou silou, která se rovná váze kapaliny tělesem vytlačené. Přestože je železo nadlehčováno, jeho váha je větší, a proto železo klesne ke dnu.

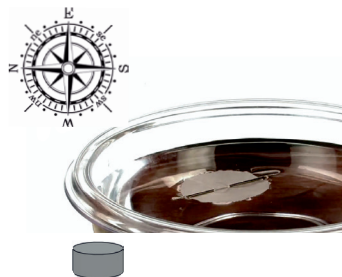
Pokusíme se o zdánlivě nemožné. Na hladinu vody v nádobě položíme jemný papírek a na tento papírek opatrně dáme nejlépe trochu mastnou jehlu. Po chvíli papírek nasákne vodou a ponoří se, ale jehla kupodivu zůstane na hladině. Při troše cviku jehlu snadno položíme na vodu i bez papíru, jen tak mezi prsty. Obdobně můžeme položit na hladinu i holicí čepelku (č. 1315). Proč tedy železo plave na vodě, když je těžší než voda? Jehlu totiž udržuje na povrchu **povrchové napětí** vody. Podíváme-li se na plavoucí jehlu lupou, zjistíme, že se pod ní voda prohнула jako slabá gumová blanka. Jehla je nyní velice pohyblivá a dají se s ní dělat různé zajímavé pokusy.



37. JEHLA NÁM UKÁŽE SMĚR

Nyní jehlu nejprve zmagnetizujeme a teprve pak položíme na vodu. S touto jehlou budeme moci dělat mnoho pokusů. Je-li jehla zmagnetizována, zaujme pokaždé stejnou polohu. Kam se tedy jehla natáčí? Mnozí jistě tuší, že to má souvislost s *magnetickým polem Země*. Ano, jehla vždy zaujme polohu sever–jih. Takto jsme získali primitivní **kompas**, který nám ukáže, kde je sever a kde jih.

Ale pozor! Jehla reaguje na jakoukoliv přítomnost magnetu, a dokonce i železa. Přiblížíme-li k nádobě s vodou z kterékoliv strany magnet, jehla ihned změní svou polohu a bude se přibližovat směrem k magnetu. Je to způsobeno tím, že magnetické pole tohoto magnetu je v tomto místě větší než magnetické pole Země, a jehla proto reaguje na nový stav.



38. SKUTEČNÝ KOMPAS

Ve stavebnici najdeme *magnetickou střílku* s mosazným kloboučkem uprostřed k nasazení na jehlu. Nejdřív zkontrolujeme, jestli je střílka dostatečně zmagnetizována. Pokud ne, tak ji pořádně zmagnetizujeme. Na základní desku přišroubujeme ocelový váleček a do něj zašroubujeme ocelovou jehlu. Vezmeme růžici světových stran a napícheme ji na jehlu. Teď už jen nasadíme zmagnetizovanou střílku. Střílka nám po chvíli ukáže severní pól Země. Nyní pootočením nastavíme růžici tak, aby se překrývala červená barva střílky s označením severu na růžici (N – north). Asi přibližně víte, kde je severní pol. Podařilo-li se vám zmagnetizovat střílku obráceně, nevadí.

Provedeme nové zmagnetizování. Podle růžice potom můžeme určit všechny světové strany. Položíme-li si takovýto kompas na mapu, můžeme se dobře orientovat při turistických cestách a výletech.



39. ZMATENÝ KOMPAS

Přiblížíme-li ke kompasu železný předmět, vidíme, že se střílka za železným předmětem otočí. Tak kde je tedy sever? Je zřejmé, že severní pól Země bude pořád na stejném místě. Nebo ukazuje kompas špatně? Víme, že střílka se vždy otáčí za magnetem ve směru siločar. Proč se tedy střílka natočila za železem? Je to proto, že železný předmět magnetické pole Země zesiluje a stává se slabým magnetem. Střílka zaregistruje ve své blízkosti silnější magnetické

III. MAGNETISMUS

pole a pootočí se. Jestliže používáme kompas, musíme být v dostatečné vzdálenosti od železných předmětů.

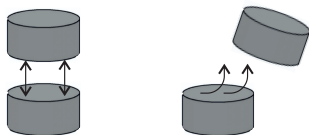
Tohoto poznatku se dá různě využít a zneužít, jako např. v románu *Patnáctiletý kapitán* od Julese Verna [žila verna], kde zločinný námořník oklamal mladého kapitána tím, že pod lodní kompas upevnil kousek železa.

40. KOUZELNÉ MAGNETY

V krabici najdeme dva nevelké šedé kotoučky, které se pevně drží jeden druhého. Jsou to dva silné permanentní magnety, s nimiž můžeme opakovat všechny pokusy, které jsme předtím prováděli s magnetem podkovovitým. Oddělíme kotoučky od sebe a jeden obrátíme. Pokusíme-li se pak je položit v této nové pozici na sebe, pocítíme silný odpor, jako by neviditelná ruka kotouček odstrkovala. Přitisknete je však přece hodně pevně k sobě a držte mezi dvěma prsty. Před kamarády uvolníme vrchní kotouček. Odletí prudce vzhůru. Podáme-li potom někomu kotoučky tak, jak se navzájem držely původně, nikdo nezvládne náš pokus opakovat.

Podstatu tohoto pokusu již asi každý tuší. No jistě – *souhlasné póly se přece odpuzují a opačné přitahují*. U tohoto magnetu není označe-

no, který je severní a který jižní. To musíme zjistit sami, např. pomocí kompasu. Vidíme, že i když máme samotné dva magnety, nepoznáme, který pól je severní a který jižní. Je to jako s náboji. Také neurčíme, který je kladný a který záporný.

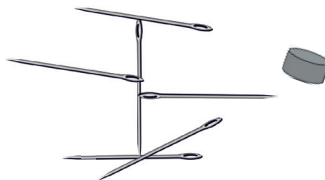


41. NEMAJÍ SE RÁDY

Doposud jsme se domnívali, že magnet přitahuje kdejaké železo i ocel. Při pokusu s jehlami se však přesvědčíme, že tomu tak docela není. Budeme-li si hrát s hromádkou jehel, zvláště když jich několik důkladně zmagnetizujeme, zjistíme, že jsou některé jehly od magnetu odpuzovány.

Po několika takových pokusech přijdeme věci na kloub. Z jehly se po zmagnetování stane také magnet. Je vyrobena z magneticky tvrdé oceli. A my přece již víme, že *magnet se přitahuje opačnými*

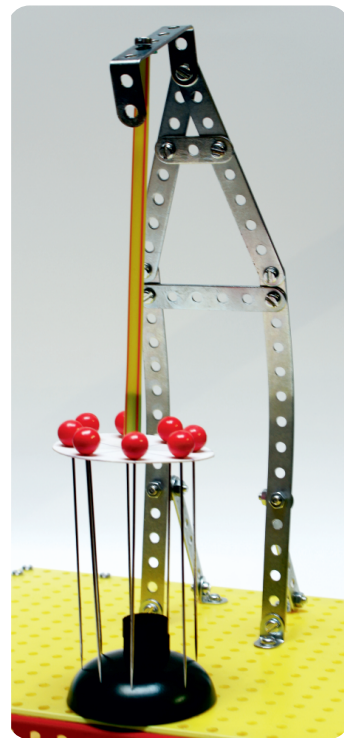
póly, tj. severní pól přitahuje jižní a naopak – severní se severním a jižní s jižním se navzájem odpuzují. Ano, podstata tohoto pokusu je stejná jako u pokusu předchozího.



42. MAGNETOSKOP

Na základě zkušeností z předchozích pokusů si zhotovíme velmi jednoduché zařízení na indikaci magnetického pole. Postavíme si stojánek dle obrázku. Z tvrdého papíru si vystříháme kolečko asi o průměru 15 mm a připravíme si několik špendlíků. Špendlíky zapícheme do kotoučku tak, aby byly umístěny v pravidelných odstupech po obvodu kotoučku. Kotouček přilepíme na neořezaný konec tužky nebo na dřevěnou tyčinku. Máme **magnetoskop**. Přiblížíme-li k němu zespodu magnet, hroty špendlíků se začnou odpuzovat. Zmagnetizovaly se souhlasně, a proto se nyní odpuzují. Hroty špendlíků zůstanou roztaženy,

i když magnet vzdálíme. To proto, že jsou z magneticky tvrdé oceli. Alternativně lze použít i například jehly.



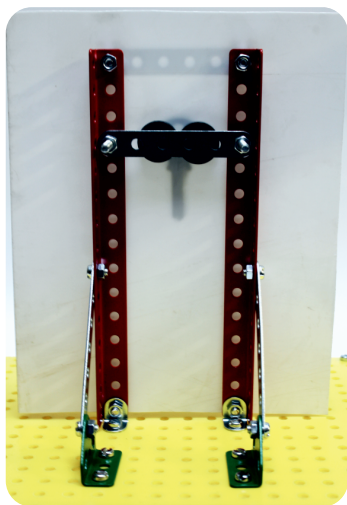
III. MAGNETISMUS

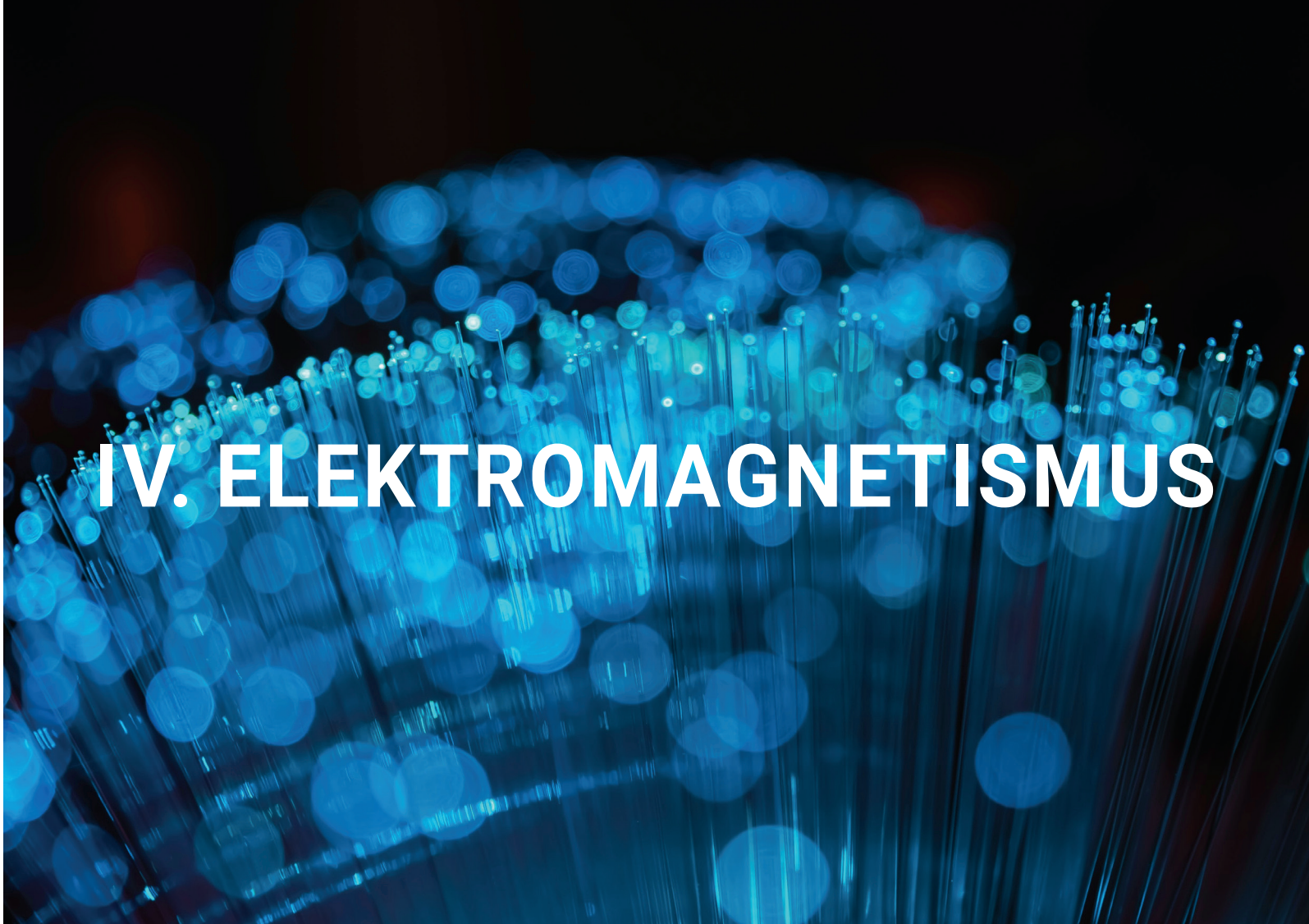
43. ZÁHADNÝ VĚŠÁK

Magnet můžeme využít pro nejrůznější pokusy. Usnadňuje nám hledání malých železných předmětů atd. Těžko bychom sbírali rozsypané hřebíčky ze země, ale s magnetem to zvládneme hravě. Stačí přiložit magnet a kovové předměty na něj naskáčou.

Z magnetu si můžeme vyrobit také věšák bez háčku. Postavíme si stojánek dle obrázku a zezadu připevníme magnet. Předek věšáku pokryjeme

papírem, aby nikdo neviděl, co je vzadu. A nyní stačí vzít železný předmět a on už na věšáku drží sám. Pozor: věšák nelze použít pro mosazné klíče, ty nejsou přitahovány magnetem.





IV. ELEKTROMAGNETISMUS

IV. ELEKTROMAGNETISMUS

Nyní již víme, co je to elektrický proud, napětí nebo magnetické pole. Tyto jevy byly známy již ve starověku. Avšak až do roku 1820 nebyla zjištěna souvislost magnetismu s elektrickým proudem. V tomto roce si dánský fyzik H. Ch. Oersted povšiml, že magnetka umístěná v blízkosti vodiče se vychýlí, jakmile začne vodičem procházet elektrický proud. S tímto pokusem se seznámil francouzský fyzik A. M. Ampère a začal tyto jevy podrobně zkoumat.

Máme-li dva dlouhé přímé vodiče vedle sebe, pak záleží, zda v nich proudy tečou stejným nebo opačným směrem. V prvním případě se budou navzájem přitahovat, v druhém odpuzovat. Směry proudů ve vodičích ovlivňují směry magnetických sil. Pokud nejsou vodiče nabitě, nemohou na sebe elektricky působit.

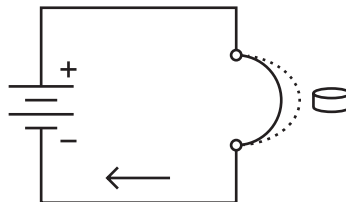
Experiment ukazuje, že se vodiče se stejným směrem proudu skutečně přitahují, a to tak silně, že mohou pohánět dopravní prostředky nebo zvedat těžká břemena. *Těmito pokusy byla dokázána existence magnetického pole v okolí vodičů s proudem.*



44. NEPOSEDNÝ DRÁT

Podle obrázku si sestojíme jednoduchou konstrukci, na kterou zavěsíme tenký měděný drát tak, aby se mohl volně pohybovat (jednoduchá houpačka). K drátu přiblížíme permanentní magnet. Pochopitelně se nebude nic konat. Magnet nepřitahuje měděné předměty.

Nyní do obvodu pustíme elektrický proud a najednou zjistíme, že drát udělal nepatrný pohyb buď směrem k magnetu, nebo od něho. Jak je to možné? Vysvětlení je jednoduché. Již dlouho je známo, že kolem vodiče, kterým prochází elektrický proud, vzniká **elektromagnetické pole** obdobné magnetickému poli kolem permanentního magnetu. A my už víme, že dva magnety se podle své polohy mohou buď přitahovat, nebo se odpuzují. Vodič s protékajícím proudem se tedy chová jako malý magnet.



45. OBVOD S CÍVKOU

Prochází-li vodičem elektrický proud, vznikne, jak již víme, v jeho okolí **elektromagnetické pole**. Navíme-li drát do několika závitů, zvětší se toto magnetické pole a vznikne **cívka**. Dlouhá válcová cívka s velkým počtem závitů se nazývá **solenoid**. Vložíme-li do cívky ocelové jádro, magnetické pole se několikanásobně zvětší a vznikne nám **elektromagnet**. Ukážeme si to na pokusu.

Podle obrázku sestojíme jednoduchý elektrický obvod, do kterého zapojíme vedle spínače cívku. Při spojení obvodu zjistíme, že protékající proud způsobí zahřívání cívky. Cívku nenecháváme dlouho zapnutou, jinak by se značně zahřívala a baterie by se brzy vybila. Dále zjistíme, že se cívka začne chovat jako magnet. Začne přitahovat předměty z oceli, např. hřebík, šroubovák apod. Inten-

zitu magnetu znásobíme, když do cívky vložíme ocelové jádro, v našem případě ocelový váleček. Zjistíme, že ocelové předměty jsou přitahovány podstatně větší silou. *Sestojili jsme si takto elektromagnet, který má při procházejícím stejnosměrném proudem stejné vlastnosti jako permanentní magnet. Při vypnutí proudu přestane elektromagnet přitahovat železné předměty.*

46. SILOČÁRY KOLEM CÍVKY

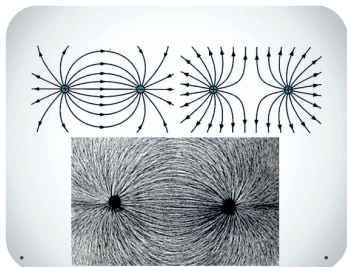
V tomto pokusu ověříme, zda se **cívka** protékající stejnosměrným proudem opravdu chová jako permanentní magnet. Víme, že kolem každého magnetu existuje magnetické pole. Magnetické pole musí být uzavřené (vírové). Samozřejmě že magnetické, elektrické či gravitační pole nemůžeme vidět. Ale nám to nevadí – strukturu pole jednoduše znázorníme jako v předchozích případech pomocí železných pilin.

Sestojíme si obvod s cívkou jako v předchozím pokusu. Na cívku přiložíme bílý papír a podložíme jej tak, aby byl ve vodorovné poloze. Obvodem zatím neprotéká proud. Vezmeme železné piliny a velice

Reálné sestavení najdete na stranách 51–54.

IV. ELEKTROMAGNETISMUS

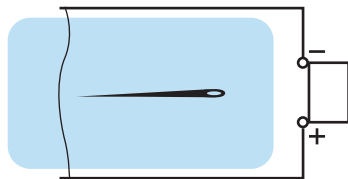
jemně je rozprostře po papíru nad cívkou. Nyní sepneme spínač. Cívkou začne protékat proud a piliny se seskupí ve směru siločár. Obvod můžeme mít sepnutý již od začátku. Všimneme si, jak při jemném sypání piliny dopadají. Co se stane, jestliže změníme polaritu zdroje? To samé, jako bychom otočili magnet.



47. ZMAGNETIZOVANÁ JEHLA A VODIČ

Zmagnetizujeme jehlu pomocí permanentního magnetu nebo pomocí elektromagnetu. Jestli je dostatečně zmagnetizovaná, odzkoušíme tak, že se přiblížíme k jiné jehle. Budou-li se přitahovat, je tato jehla zmagnetizovaná.

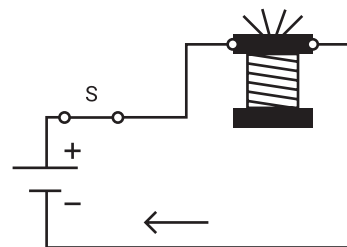
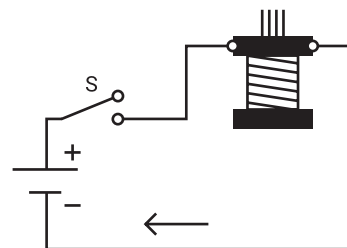
V pokusech s magnety jsme se naučili na hladinu vody položit jehlu, aniž by se potopila. Položíme jehlu na hladinu vody po okraj naplněné misky a těsně nad jehlou natáhneme drát. Přivedeme-li do tohoto drátu elektrický proud, zjistíme, že jehla sebou najednou trhne a začne zaujímat jinou polohu. Začne se natáčet napříč přes směr proudu. Všimneme si, kam se natáčí špička nebo ouško jehly ve vztahu k drátu. Nyní zaměníme polaritu zdroje. Zjistíme, že jehla se otočí na opačnou stranu.



48. PROČ SE JEHLY ROZBÍHAJÍ?

Do svisle umístěné cívky zapojené do obvodu vložíme místo jádra několik jehel. Při sepnutí obvodu se jehly začnou odpuzovat. Odskočí od sebe a rozdělí se po obvodním otvoru tak, aby byly od sebe co nejdále. Proč se tomu tak stalo? Vysvětlení je jednoduché. Jehly se v cívkě při průchodu elektrického proudu zmagnetizovaly. Protože mají nahoře i dole stejnosměrné póly, tak se navzájem odpuzují a snaží se zaujmout takovou polohu, aby byly co nejdále od sebe.

Přerušíme-li obvod, zjistíme, že se i nadále jehly odpuzují a zůstávají v poloze co nejdále od sebe, přestože již v cívkě nevzniká magnetické pole. To si vysvětlíme tím, že jehly jsou zhotoveny z magneticky tvrdého materiálu. Kdybychom použili malých hřebíčků z měkkého železa, přestaly by se po přerušení obvodu odpuzovat a zaujaly by počáteční neuspořádanou polohu.



IV. ELEKTROMAGNETISMUS

49. MAGNETIZOVÁNÍ BEZ MAGNETU

V pokusech s magnety jsme zjistili, že ocelové předměty (vyrobené z magneticky tvrdého materiálu) můžeme třením o permanentní magnet **zmagnetizovat**. Pak můžeme např. šroubovákem přitáhnout špendlík či šroubek z nepřístupného místa.

Protože se cívka protékaná stejnosměrným proudem chová úplně stejně jako permanentní magnet, můžeme zmagnetizování ocelového předmětu provést i pomocí elektromagnetu. Do otvoru v cílce vložíme předmět, který chceme zmagnetizovat, pustíme do cílky proud a po chvíli zjistíme, že je předmět zmagnetizovaný. Samozřejmě že se musí jednat o předmět z magneticky tvrdé oceli.

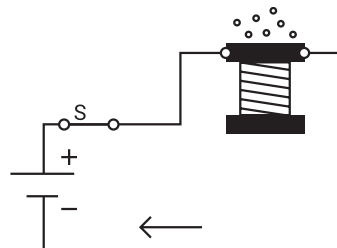
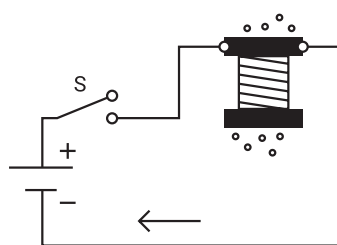
Nakonec nadpis „Magnetizování bez magnetu“ je poněkud zavádějící. Magnetizujeme sice bez klasického permanentního magnetu, ale přece i elektromagnet je magnet.

50. ŽELEZNÉ PILINY NEPROPADNOU

Sestavíme si jednoduchou konstrukci na cílku, aby byla asi 100 mm nad zemí. Cílku sem umístíme, zapojíme do obvodu se spínačem a zdrojem napětí a necháme jí protékat proud. Pod cílku si vložíme misku. Do svislého otvoru cílky postupně vkládáme různé materiály (např. zápalku, kousky papíru, tuhu, špendlík, železné piliny) a pozorujeme, co se bude dít.

Zjistíme, že předměty, které jsou z oceli, cílkou nepropadnou, zatímco ostatní materiály (nemagnetické) propadnou do misky. Můžeme zkusit smíchat např. železné piliny třeba s pískem a špetku této směsi necháme propadnout cílkou. Zjistíme, že písek propadne, piliny nikoliv. Dostali jsme jednoduchou třídičku různorodých materiálů.

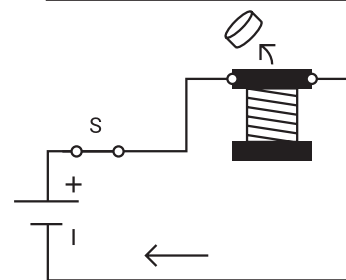
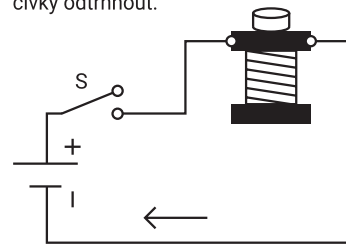
V cílce se vytvoří silné magnetické pole, takže ocelové předměty (hřebíčky, broky, špendlíčky) nepropadnou, ale mosazný šroubek již propadne, protože magnet na mosazné předměty nepůsobí. Mosaz je totiž slitina mědi a zinku. Měď a zinek nejsou feromagnetické.



51. SKOK DO DÁLKY

Při minulých pokusech jsme zjistili, že kolem permanentního magnetu existuje magnetické pole. Už také víme, že i kolem cílky, kterou prochází elektrický proud, je magnetické pole. Cívka je také magnetem. Každý magnet má dva póly – severní a jižní. Vyzkoušíme si, jak se budou vzájemně chovat permanentní magnet a elektromagnet.

Položíme permanentní magnet na cílku a pustíme do cílky stejnosměrný proud z baterie nebo ze zdroje. Zjistíme, že permanentní magnet rychle odskočí do dálky, nebo se přitáhne ještě větší silou. To závisí na tom, zda jsou póly cílky a permanentního magnetu souhlasné nebo nesouhlasné. Vyzkoušíme změnit polaritu cílky tím, že zaměníme polaritu zdroje elektrického napětí. Tam, kde bylo +, dáme – a naopak. Co se stane? Magnet se k cílce přichytí a bude těžké ho od cílky odtrhnout.



Reálné sestavení najdete na stranách 51–54.

IV. ELEKTROMAGNETISMUS

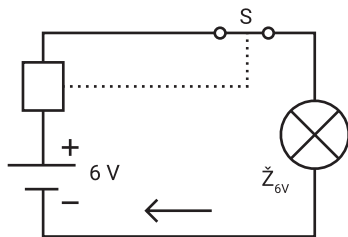
Reálné sestavení najdete na stranách 51–54.

52. MAGNETICKÁ POJISTKA

Naše první aplikace se týká bezpečnosti. S **magnetickou pojistkou** se setkáváme často, protože je součástí jističe. Jistič se skládá právě z magnetické pojistky (chrání proti zkratu) a bimetalového pásku (chrání před nadměrným zatížením).

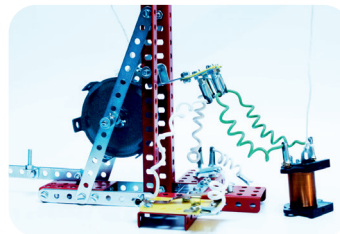
Magnetická pojistka v případě zkratu rychle přeruší elektrický obvod. V našem případě musí být po odstranění příčiny zkratu umístěna zpět ručně.

Pokus sestavíme podle obrázku. Náš univerzální spínač nyní použijeme pro rozepínání obvodu. Tento spínač je ovládaný elektromagnetem. Elektromagnet je zapojen v sérii se spotřebičem (žárovkou). Pokud se spotřebič náhle zkratuje, poteče obvodem velký proud, který vyvolá v elektromagnetu silné magnetické pole, jež vtáhne jádro do cívky. Protože je jádro spojené s plíškem spínače, spínač se rozepne a obvod se přeruší. Pro obnovení funkce je nutné opět jádro povytáhnout a nastavit spínač do sepnutého stavu.



53. ELEKTROMAGNETICKÝ JEŘÁB

Podle obrázku sestojíme jednoduchý jeřáb, kde na konci provázku bude zavěšena cívka s jádrem (elektromagnet). Přivedeme-li k cívce elektrický proud, začne cívka přitahovat železné předměty. Při přerušení proudu železný předmět od cívky odpadne. Sestojili jsme si model elektromagnetického jeřábu, který se používá k nakládání např. železného šrotu, ale i jiných železných předmětů. Pro sestrojení většího jeřábu je vhodné použít díly z jiných stavebnic Merkur.



54. ŽELEZNIČNÍ ZÁVORY

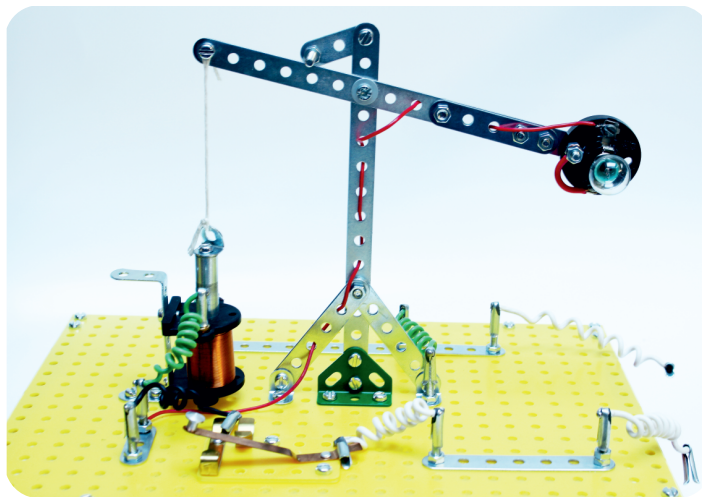
Podle obrázku sestojíme model železničních závor, jejichž pohyb je ovládan elektromagnetem. Protéká-li proud cívkou, přitáhne se kovové jádro do cívky a závor se zvedne. Přerušíme-li proud, závoru opět spadne dolů. Podobným způsobem můžeme zhotovit semafor jako vhodný doplněk k modelové železnici. Celý efekt zvýrazníme tím, že při zvednutí ramene semaforu lze i rozsvítit žárovíčku.

Při sestavování modelu závor i semaforu musíte vyvážit ramena tak, aby se rameno zvedalo pouze nepatrnou silou, aby cívka přitáhla jádro takovou silou, která je schopna rameno zvednout.

IV. ELEKTROMAGNETISMUS

55. SEMAFOR

Již jsme postavili železniční závory a nyní na obdobném principu postavíme i železniční semafor. Zhotovíme si jednoduchý semafor podle obrázku tak, aby cívka po zapojení proudu vtáhla jádro. To pak zatáhne pomocí šňůrky za kratší rameno páky, jejíž delší rameno se zvedne a uvolní lokomotivě trať. Páku je nutno napřed vyvážit, aby se lehce pohybovala.

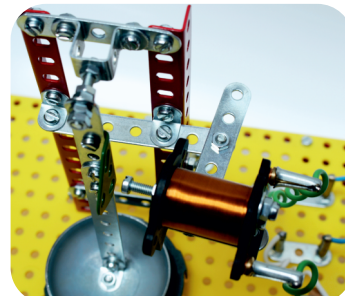
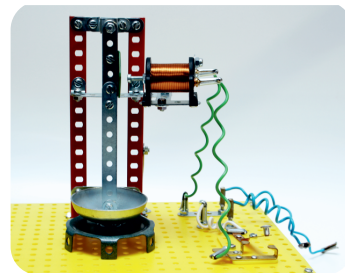


Nezapomeňte, že na pohyblivém rameni je umístěna objímka se žárovíčkou. Žárovíčku můžeme napájet z cizího nebo ze stejného zdroje jako cívku. Nepřipojujeme žárovíčku sériově k cívce, protože při vypnutí hrozí zničení žárovíčky. Při montáži vodičů k žárovíčce můžeme využít konstrukci, která nám nahradí jeden z vodičů.

56. HOUPAČKA

Podle obrázku sestojíme konstrukci houpačky. Připevníme cívku v horní části konstrukce a zapojíme ji spolu se spínačem do elektrického obvodu. Elektromagnet umístěný v horní části konstrukce bude při uzavření obvodu přitahovat ocelový pásek, na jehož konec připevníme zvonkový klobouček. Při odzkušování zjistíme, že pohyb kloboučku je několikrát větší než vzdálenost, o kterou elektromagnetická cívka přitáhla ocelový pásek. Vysvětlení je jednoduché. Jedná se vlastně o jednoduchou páku, kde je vzdálenost od otočného bodu přímo úměrná velikosti výchylky.

Tato houpačka je jen jedna z mnoha možných návrhů. Zkusíte sami vymyslet další možnosti konstrukce houpačky ze součástek, které máte ve stavebnici k dispozici. Je třeba si uvědomit, že všechny tyto kyvadélka a houpačky jsou založeny na magnetickém přitahování elektromagnetu.



IV. ELEKTROMAGNETISMUS

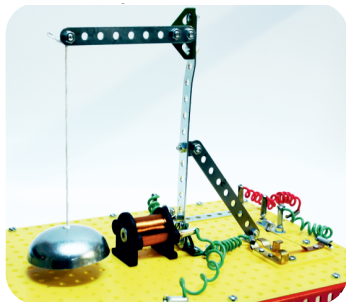
Reálné sestavení najdete na stranách 51–54.

57. ELEKTROMAGNETICKÝ ZVON

Podle obrázku sestojíme jednoduchou konstrukci s elektromagnetickou cívkou. Ve vzdálenosti asi 15 mm od jádra cívky zavěšíme zvonkový klobouček. Pustíme-li do cívky elektrický proud, ten způsobí, že jádro cívky k sobě přitáhne zavěšený klobouček. V tomto okamžiku přerušíme tlačítkovým spínačem elektrický proud. Klobouček bude mít snahu vrátit se do původní polohy, takže se rozkývá. Toto pravidelně opakujeme – tedy v okamžiku nárazu vypneme a pak zase sepne. Sestojili jsme tak kyvadlo podobné houpačce z předchozího pokusu. Při každém přirazu kloboučku k jádru cívky uslyšíme cinknutí.

Velké zvony se dostávají do pohybu tím, že taháme provazem stejným tempem, jako se samy kývají. Tím, že silou působíme pouze po určitou dobu, zvon se postupně rozhoupá a začne zvonit. My však nebudeme tahat za provaz, ale budeme v určitém tempu spínat elektrický obvod. Opakujeme-li spínání elektrického obvodu v tempu, jak se zvonek kýve, rozhoupeme jej nakonec tak, až bude pravidelně narážet na jádro elektromagnetu a bude zvonit.

Jev, kdy působíme na kyvadlo silou s frekvencí stejnou, jako je vlastní frekvence kyvadla, se nazývá **rezonance**. Rezonanci můžeme různě využívat, ale mnohdy nám dělá velké problémy – např. nepatrná síla může zničit mosty, domy, stroje atd. S rezonancí se setkáváme i v elektrických obvodech, např. při ladění rádií atd.



58. RELÉ

Relé je elektrotechnická součástka, která nám umožňuje jedním obvodem zapojit jiný obvod. V technické praxi říkáme, že je to napětím ovládaný spínač. Cívka navinutá na ocelovém jádru vytváří při průchodu proudem silné magnetické pole, které přitahuje kotvičku relé s kontakty na sepnutí obvodu.

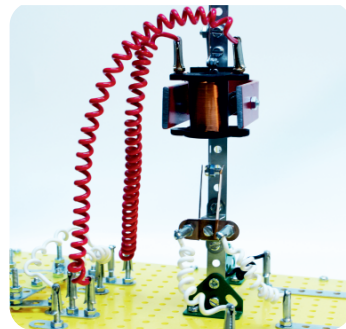
Podle obrázku sestojíme model relé, a to tak, že v jednom obvodu bude zapojena cívka elektromagnetu. Po sepnutí spínače začne cívkou protékat proud, který vyvolá silné magnetické pole, jež přitáhne rameno spínače druhého obvodu se samostatnou baterií, kde je zapojena žárovka. Ta se při sepnutí prvního obvodu také sama rozsvítí.

V praxi se pomocí malého proudu přivedeného do relé spíná další obvod, kterým protéká podstatně větší proud, např. v bojlerch pro ohřev vody, motorech ve strojích atd.

59. POLARIZOVANÉ RELÉ

Velmi citlivé relé, jež naskočí i vlivem slabého proudu a může zapojovat proud dvěma směry, zhotovíme podle obrázku. Středem cívky, upevněné ve svislé poloze, prochází pásek z nemagnetického železa (č. 1212), připevněný na bronzový pásek (č. 1213) a opatřený na spodním konci mosazným šroubkem. Šroubek visí uprostřed mezi dvěma kontakty. Spodní konec tohoto pásku je mezi póly magnetu. Projede-li cívkou proud, železo se zmagnetizuje a podle směru proudu se přikloní k jednomu nebo druhému kontaktu. Tímto relátkem tedy můžeme nejen spínat, ale také přepínat.

Relé je neobyčejně citlivé, ale je zároveň choulostivé, protože obyčejný železný pásek se těžko udrží ve střední poloze, neprochází-li proud. Musíte proto magnetické pole posouváním magnetu nařídit tak, abyste sestavený pásek v nulové poloze udrželi. Proud, jež zapojujeme pomocí tohoto zařízení, se přivádí do sestaveného pásku shora a odvádí zdola jedním z obou kontaktů.



IV. ELEKTROMAGNETISMUS

Reálné sestavení najdete na stranách 51–54.

60. WAGNEROVO Kladívko 61. BZUČÁK

Říká se tomu „Wagnerovo kladívko“, ale v pravém slova smyslu to kladívko není. Jde o zvláštní zapojení, jež vynalezl roku 1837 J. P. Wagner z Frankfurtu nad Mohanem.

Vtip je v tom, že se elektrický proud vede z pevné svorky do pohyblivé pružiny, kterou přitahuje elektromagnet. Jakmile ji přitáhne, proud se přeruší, pružina se vrátí ke svorce, a tak dostáváme poprvé pomocí naší stavebnice trvalý pohyb způsobený elektrickým proudem. Proč je však tento pokus tak zajímavý? Při nárazu totiž pružina (v našem případě merkurůvský pásek) vydává zvuk. Protože se tento náraz děje mnohokrát za minutu, dostaneme tak bzučák.

Při zapojování je nutné mít trpělivost s nastavením kmitacího pásku. Je potřeba ho utáhnout „tak akorát“. Pro tento pokus je vhodné použít vyšší napětí – asi 9 V nebo 12 V. Po skončení pokusu si pozorně prohlédneme kontakty (pružina, šroubek). Vidíme, jak jsou opálené. To je také jedna z hlavních nevýhod mechanického spínání.

Právě popsané zařízení z předchozího pokusu je vlastně **bzučák**, jímž můžete dávat slyšitelná znamení, telegrafovat na dálku a učit se jeho pomocí Morseově telegrafní abecedě. K učení však potřebujeme silnější zvuk, aby ho bylo po celé místnosti dobře slyšet. Kromě toho zapojíme do obvodu proudu pohodlný klíč, jímž můžeme značky dobře vytukávat. Za klíč nám poslouží vypínač, který máme v krabici stavebnice, nebo si jej vyrobíme podle návodu č. 16. Aby byl zvuk bzučáku silnější a jasnější, připevníme na pružinu kovové nebo plastové víčko nebo něco podobného.

62. ELEKTRICKÝ ZVONEK

Při stavbě elektrického zvonku budeme vycházet z předcházejícího pokusu. Stačí na konec pásku (č. 1034) přišroubovat zvonkový klobouček a na prodlouženou kmitající páčku připevnit jako paličku větší šroubek. Zvonek je hotov. Správná poloha pružiny a vhodná délka šroubku vyžadují trochu konstruktérské schopnosti, ale ty jsme přece již získali při předcházejících pokusech, takže zvonek bude určitě řádně zvonit, stiskneme-li tlačítko.

63. MORSEOVA ABECEDA

Máme již postavený bzučák a chtěli bychom se dorozumět třeba s kamarádem. Můžeme k tomu využít **Morseovu abecedu**. Morseovka je zašifrování písmen naší abecedy do sledu teček a čárek. Abychom si s kamarádem rozuměli, musíme se nejprve všem písmenkům naučit. Má-li být srozumitelná, musíme si nejprve každé písmeno pořádně uvědomit a pak jej rychle vytukat. Mezi písmeny děláme větší pomlku.

a	· -	k	- - -
b	- · · ·	l	· - · ·
c	- · - ·	m	- -
d	- · ·	n	- ·
e	·	o	- - -
f	· · - ·	p	· - - ·
g	- - ·	q	- - - -
h	· · · ·	r	· - ·
ch	- - - -	s	· · ·
i	· ·	t	-
j	· - - -	u	· · -

v	· · -	7	- - · · ·
w	· - -	8	- - - · ·
x	- · · -	9	- - - - ·
y	- · - -	0	- - - - -
z	- - · ·	.	· · · · ·
1	· - - - -	;	- · - - · ·
2	· · - - -	,	· · - - -
3	· · · - -	:	- - - · · ·
4	· · · · -	?	· · · · ·
5	· · · · ·	!	- - - - -
6	- · · · ·		

IV. ELEKTROMAGNETISMUS

Reálné sestavení najdete na stranách 51–54.

64. TELEGRAF

Je sice hezké, že se můžeme dorozumívat morseovkou pomocí bzučáku, ale pokud bychom byli daleko od sebe, nic neuslyšíme. Existuje přístroj zvaný **telegraf**, kterým se můžeme dorozumívat morseovkou na velké vzdálenosti. V minulosti byl telegraf na každé poště. Postavit takový přístroj nám dá trochu námahy a přemýšlení, ale my to s pomocí uvedeného obrázku dokážeme.

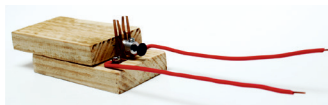
Základní částí je cívka s jádrem, která přitahuje páku, do jejíž čtvrté dírky od konce je zasunut kousek tužky. Zásobní papír do telegrafu je navinut na velkém kole. Stiskne-li někdo ve vysílací stanici tlačítko, projde cívkou proud a elektromagnet přitáhne páku, jež na druhém konci přitiskne tuhu k papíru a začne psát. Popsaný papír se natáčí na kliku, kterou musíme rovnoměrně táhnout.

65. ELEKTRICKÝ HLÍDAČ

Postavíme si zařízení, které nám bude hlídat, zda někdo otevřel dveře a vešel dovnitř. Ze staré vybité ploché baterie vyjmeme oba mosazné plíšky (v našem případě použijeme kartáčky k motorku – č. 1275). Jeden z plíšků ohneme dvakrát do pravého úhlu

podle detailního obrázku. Přišroubujeme nebo přibijeme oba plíšky jako na obrázku na spodní část dveří pod klikou tak, aby se při otevřených dveřích dotýkaly a uzavíraly obvod. Do prahu zatlučeme hřebíček tak, aby se při zavřených dveřích dotýkal spodního plíšku a zabránil tím doteku s horním plíškem. Obvod je přerušen a neprotéká jím proud.

Otevře-li někdo dveře, plíšek se uvolní a obvodem začne protékat proud. Samozřejmě že musíme mít v obvodu zapojené nějaké indikační zařízení. Použijeme nejlépe námi vyrobený elektrický zvonek nebo žárovíčku. Většinou se takové zařízení instaluje na horní část dveří, ale podstata je stejná. Můžeme toto zabezpečovací zařízení instalovat i v horní části dveří, ale protože se většinou používají kovové zárubně, je montáž o trochu složitější.



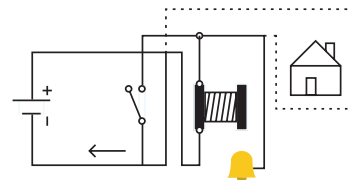
66. HOŘÍ

Skлады hořlavého materiálu a jiné místnosti, které jsou ohroženy požárem, jsou vybaveny poplašným zařízením indukujícím zvýšenou teplotu a přímý oheň. My si takové zařízení také postavíme. Pružné plíšky upevníme přes sebe tak, aby vrchní tlačil na spodní. Přes místnost pak nad hořlavými předměty napneme lehkou nit, která odtahuje napružený plíšek opírající se o druhý. Můžeme použít jako v předchozím pokusu mosazné plíšky z vybité ploché baterie nebo náš univerzální spínač. V tomto případě jeden konec nitě přivážeme na pohyblivou páčku a druhý konec pevně uvážeme na druhé straně místnosti tak, aby při natažení nitě byla páčka přitisknuta ke spodní části tlačítka. Nezapomeňme, že páčka musí být umístěna nad druhým plíškem. Zapálíme-li pod nití svíčku, která nám bude simulovat požár, dojde k přepálení nitě a následnému sepnutí obvodu. Opět musíme mít v obvodu zapojený elektrický zvonek nebo jiné indikační zařízení.

67. OBELSTĚNÝ LUPÍČ

Již jsme si postavili zabezpečovací zařízení proti požáru či zlodějům. Lupič, který se chce vloupat do bytu, obchodu či skladu, si určitě prohlédne okolí. Samozřejmě mu neuniknou ani dráty elektrického vedení. Najde vhodné místo a dráty tajně přestřihne. A zabezpečovací zařízení je mimo provoz. Ale my se jen tak nevzdáme. Proti každému útoku je obrana.

Upravíme zvonek podle obrázku tak, aby zvonil, když někdo přestřihne drát a přeruší proud. Při pokusu to uděláme jednoduše. Ke zvonku vedeme ještě jeden dlouhý drát od baterie přímo k cívce bez okruhu pro přerušovač. Cívka nyní trvale přitahuje kotvu a zvonek nemůže zvonit. Přestřihne-li lupič drát v domnění, že vyřadí zabezpečování z provozu, elektromagnet spustí paličku a zvonek začne zvonit. Lupič je přistižen.

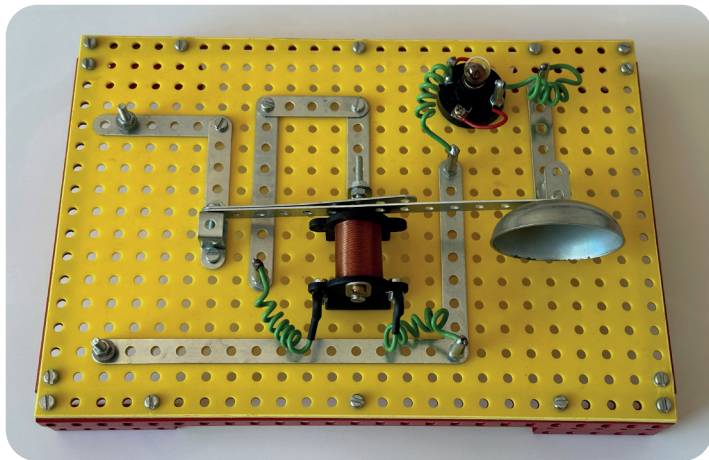


IV. ELEKTROMAGNETISMUS

68. BLIKÁTKO VLASTNÍ VÝROBY

Chcete si postavit blikátko z naší stavebnice? Tak jdeme na to. Základem tohoto pokusu je Wágnerovo kladívko jako u předchozích pokusů. Kmitající pásek značně prodloužíme, aby měl větší a delší kmit. Aby se výchylka pásku ještě zvětšila, můžeme na konec páčky přidělat zvonkový klobouček. Stavěcím šroubkem můžeme ladit blikání podle libosti.

Kdybychom zvonkový klobouček sundali a přidělali ho vedle páčky (jako u pokusu č. 62), dostaneme nejen blikání žárovčky, ale i zvonkový cinkot. Nezapomeňte připojit žárovčku s napětím 6 V, jinak se může stát, že se přepálí. Jestliže se přepálí, tak nám zvonek bude zvonit dál. Víte proč? Odpověď je jednoduchá. Žárovčka je v obvodu zapojena paralelně.



V. ELEKTRICKÉ STROJE

V. ELEKTRICKÉ STROJE

Reálné sestavení najdete na stranách 51–54.

Elektrinu používáme z velké části pro pohon elektrických strojů. Můžeme se s nimi setkat např. s kuchyňským robotem, elektrickou pilou, vrtáčkou, tramvají atd. Hlavní součástí většiny elektrických strojů je elektromotor. Princip elektromotoru je založen na vzájemném působení dvou magnetických polí, z nichž alespoň jedno je vytvořeno elektrickým proudem.

Z pokusů s magnety víme, že se souhlasné póly odpuzují, opačné přitahují. Dále víme, že u cívky můžeme měnit magnetickou orientaci – stačí jen změnit polaritu napájení. Pro náš pokus budeme potřebovat dva magnety: jeden pevně připevněný a druhý upevněný poblíž tak, aby se mohl otáčet. Druhý magnet se určitě natočí k prvnímu magnetu opačným pólem. Pokud bychom změnili polaritu prvního magnetu, druhý by se zase pootočil a tak dál. Dostáváme točivý pohyb. Je zřejmé, že první magnet musí být cívka. Stačí jen nějak zařídit, aby se měnilo magnetické pole cívky. Nemusíme nutně měnit polaritu, stačí pouze přerušit napájení cívky. Magnet se totiž bude pohybovat setrvačností. Když opět sepneme obvod, bude se přitahovat druhý konec, protože je blíže jádru cívky. A opět dostáváme točivý pohyb. Na obrázku na str. 44 vidíte skutečný motor.

69. ELEKTRICKÁ BRZDA

Elektrická brzda se skládá z nemagnetického kovového kotoučku (hliníkové kolo) a elektromagnetu (indukční cívka). Kotouček se otáčí v magnetickém poli elektromagnetu. Při tomto pokusu je nemagnetický kotouček navlečen na hřídelce tak, že se volně otáčí mezi pólem elektromagnetu a železným úhelníčkem, který zastává druhý pól.

Kotouček roztočíme ručně nebo pomocí navlečené šňůry. Kotouček se po roztočení dlouho volně otáčí. Jakmile pustíme do cívky proud, kotouček se rychle zabrzdí. Podle zákona elektromagnetické indukce v něm vznikly elektrické vířivé proudy a tím i magnetické pole, jehož přitažlivá síla kotouček zastavila.

Podobné zařízení mohou někteří z nás stále najít v okénku elektroměru, kde se otáčí kotouček mezi póly permanentního magnetu. Magnet ho brzdí, aby setrvačností neubíhal, když přestaneme odebírat proud. Elektrické brzdy se dále používají pro svou velkou účinnost pro brzdění elektrických tramvají, což je vzhledem ke značné hmotnosti tramvaje výhodné. Brzdné účinky jsou tím větší, čím rychleji se tramvaj pohybuje.

70. KYVNÁ BRZDA

Nyní si postavíme brzděné kyvadlo, které budeme brzdit magnetickou silou jako v předchozím případě. Podle obrázku si postavíme takovou houpačku s cívkou a závažím. Rozhoupeme houpačku. Abychom ji zabrzdili, stačí jen zmáchnout spínač. Jakmile začne do cívky téct proud, kyvadlo se zabrzdí. Podle zákona elektromagnetické indukce v závažičce vznikly, jako v předchozím pokusu, elektrické vířivé proudy a tím i magnetické pole, které přitahuje kyvadlo a díky přitažlivé síle ho zastaví.



71. JEDNODUCHÝ MOTOR

Sestrojením jednoduchého motoru zahájíme zajímavou sérii pokusů. Nejprve si všimněme, jak takový motorek pracuje. Velký rotor s vyčnívajícími kotvami (součástka č. 1230) se otáčí volně nad elektromagnetem. Projde-li cívkou proud, magnet přitáhne nejbližší kotvu. V tomto okamžiku by rotor zůstal stát. Na ose společné s rotorem je však namontováno zařízení (součástky č. 1227 – kolektorek šestizubý, 1221 a 1222 – kartáčky), které přeruší procházející proud a tím vyřadí elektromagnet z činnosti. Rotor se setrvačností točí dál. Za okamžik se kartáček dotkne zubu kolektorku a proud opět zapne, čímž se přitáhne další kotva rotoru. Je-li vše správně seřizeno, náš první motor, který jsme právě postavili, se nepřestává otáčet. Je však lépe, když se nám hned napoprvé motorek nerozběhne. Máme tak příležitost více přemýšlet a hledat chybu. Tak tomu bude v dílně, laboratoři i v životě.

Motorek musíme zpravidla uvést do chodu mírným roztočením rukou. Dva kartáčky, jeden hladký (č. 1221) a druhý s hrotem (č. 1222), se dotýkají kolektorku, který je nasazen na hřídelce kola izolovaně pomocí bužírky (č. 1304). Hladký kartáček se dotýká

V. ELEKTRICKÉ STROJE

Reálné sestavení najdete na stranách 51–54.

trvale ale lehce (aby nebrzdil) hladké části kolektorku. Druhý se při otáčení dotýká pouze lehce zubů kolektorku, ale tak, aby v poloze mezi zuby přerušil proud. Kartáčky musí být upevněny izolovaně na izolačním pásku (č. 1204). Podmínkou dobrého chodu je především správná poloha kolektorku na hřídelce a správné umístění kartáčků.

Postavili jsme si první motorek. Jeho účinnost je však mizivá, neboť ho zastaví i malá odporová síla. Pro nás je však velice důležitý – naučili jsme se na něm princip činnosti všech elektromotorů. V praxi se používají mnohem účinnější typy elektromotorů.

72. MOTOR S PERMANENTNÍM MAGNETEM

Motor s permanentním magnetem se skládá ze dvou základních částí, a to ze **statoru** (pevné části), který tvoří v našem případě **permanentní magnet** ve tvaru podkovy (mohli bychom ho také nahradit dvěma magnety kotoučovými), a z **rotoru** (části pohyblivé – rotující, který nazýváme také kotva), jenž může být dvou- i vícepólový (v našem případě je kotva třípólová).

Elektrický proud se do rotoru (je to vlastně elektromagnet) přivádí přes **kartáčky** (součástka č. 1275) a **komutátor**, který zajišťuje, že se mění polarita elektromagnetu rotoru. Tím, že se polarita neustále mění, je pól rotoru jedním pólem permanentního magnetu odpuzován a druhým přitahován, čímž nastává otáčivý pohyb rotoru.

Sestavení motorku s permanentním magnetem musí být provedeno tak, aby byla osa rotoru ve vodorovné poloze a rotor se při otáčení nedotýkal magnetu. Toho dosáhneme tím způsobem, že se pod ložiska (součástky č. 1272 a 1273) vsune podložka tak, aby osa rotoru byla ve správné poloze. Třecí plochy je třeba promazat.

Malé motorky s permanentním buzením se používají k pohonům hraček, modelů apod. V praxi jsou bronzové kartáčky nahrazeny uhlíky (uhlík je dobrý vodič a zmenšuje tření) a permanentní magnet nemá tvar podkovy ale prstence.

73. MOTOR S CIZÍM BUZENÍM

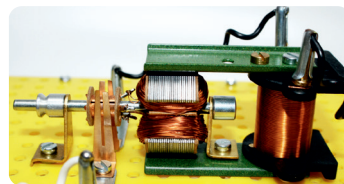
U **motorku s cizím buzením** je nahrazen permanentní magnet ve tvaru podkovy elektromagnetem. Elektromagnet (v našem případě cívka

s jádrem a připevněnými raménky z ocelového plechu – součástka č. 1271) vytvoří potřebné magnetické pole, které střídavě odpuzuje a přitahuje póly rotoru, čímž vzniká otáčivý (rotující) pohyb. Rotor napájíme z jednoho zdroje, cívku z druhého (cizího) zdroje (odtud název – motor s cizím buzením). Motorky s cizím buzením mají vysoký výkon.

Ani u tohoto motorku nesmíme zapomenout promazat třecí plochy. Motory s cizím buzením mají stejné uplatnění jako stejnosměrné motory s permanentním magnetem, mají však mnohem lepší možnost regulace otáček.

74. SÉRIOVÝ MOTOR

Sériový motor je takový motor, u něhož napájíme elektromagnet rotoru a statoru ze stejného zdroje, a to tak, že proud prochází ze zdroje do rotoru, z rotoru do cívky a zpět do zdroje.



75. DERIVAČNÍ MOTOR

Derivační motor je takový motor, kde jsou elektromagnety statoru a rotoru zapojeny paralelně, jinak řečeno derivačně – odtud název derivační motor. Motor je napájen z jediného zdroje. Změnu smyslu otáčení rotoru nelze provést pouze přepojením kablíků na zdroji, protože se změni póly na statoru i rotoru, ale v přitahování a odpuzování pólů statoru a rotoru se nic nezmění.

76. JAK ZMĚNIT SMĚR OTÁČENÍ

Chceme, aby se motorek točil na druhou stranu, neboli chceme změnit směr otáčení. Postavili jsme si několik typů motorků a zajímá nás, jak to s tou změnou smyslu otáček bude.

U motorku s permanentním magnetem provedeme změnu smyslu otáček jednoduše přepólováním přívodu na zdroji nebo komutátoru rotoru. To je logické – magnetické pole kolem permanentního magnetu měnit nelze. Můžeme změnit pouze magnetické pole cívky, čímž dosáhneme změny smyslu otáček.

U motoru s cizím buzením změny smyslu otáček docílíme změnou polarit zdrojů buď jen primárního, nebo jen sekundárního.

V. ELEKTRICKÉ STROJE

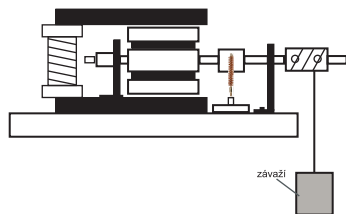
Reálné sestavení najdete na stranách 51–54.

U sériového a derivačního motoru se změny smyslu otáček rotoru docílí buď jen změnou polaritu na rotoru, nebo jen změnou polaritu na cívkce.

77. MOTOR KONÁ PRÁCI

Existují různé typy motorů s různými parametry. My si v tomto pokusu spočítáme vykonanou práci a řekneme si, jak se počítá výkon a účinnost motoru. **Mechanická práce W_m** se vypočítá jako součin síly F a dráhy s , jestliže je síla konstantní a působí ve směru trajektorie tělesa. Jednotkou práce je 1 joule (J). Také elektrický motor vykoná práci, když, např. jako v tomto pokusu, přemístí závažíčko z jednoho místa na druhé. **Výkon P** je číselně roven práci, kterou motor vykoná za jednotku času t . **Příkon P_p** je roven součinu napětí U a proudu I . **Účinnost η** je podíl výkonu a příkonu. Její velikost je vždy menší než 1 (nebo menší než 100, udáváme-li účinnost v %).

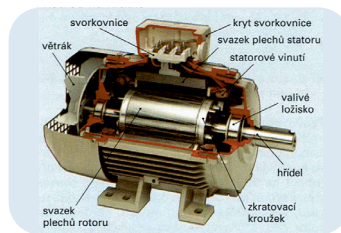
Sestavíme obvod s derivačním motorem a na zdroji nastavíme 6 V. K hřídelce přivážeme na delším provázku malé závažíčko, zapneme spínačem elektromotor a necháme vytahovat závaží. Odměříme si vzdálenost a čas potřebný k překonání této vzdálenosti. Vypočítáme vykonanou mechanickou práci.



78. JAK JE TO SE STŘÍDAVÝM PROUDEM

V předchozích kapitolách jsme se seznámili s motory zapojenými na stejnosměrný proud, ale v technické praxi se setkáváme především s motory na střídavý proud. Sériový a derivační motor se točí úplně stejně jako v obvodu se stejnosměrným proudem.

V naší energetické soustavě se používá střídavý elektrický proud s frekvencí 50 Hz, což znamená, že 50× za sekundu vedením teče kladný proud a 50× za sekundu proud záporný. Z předchozích kapitol je nám příčina jasná. Střídavý proud 100× za sekundu změni svůj směr. Kotva, jež měla severní pól, má za 1/50 sekundy pól jižní. Avšak cívkka, která měla pól jižní, má potom pól severní, a proto se oba póly přitahují jako v předchozích pokusech. Na obrázku je znázorněn trojfázový asynchronní motor s kotvou nakrátko.



79. ALTERNÁTOR A DYNAMO

Zařízení, které vyrábí elektrický proud, se nazývá **generátor** elektrického proudu. **Alternátor** je generátor na výrobu střídavého proudu. V elektrárnách se používají výkonné trojfázové generátory střídavého proudu – trojfázové alternátory. **Dynamo** je zařízení, které vyrábí stejnosměrný elektrický proud.

Vezmeme-li si ze stavebnice náš motorek s permanentním magnetem a budeme-li hřídelkou otáčet, bude se ve vinutí rotoru indukovat střídavý proud, který je následně pomocí kartáčků usměrněn. Toto si vysvětlíme tím, že se rotor (kotva) otáčí v magnetickém poli mezi póly permanentního magnetu a v jeho závitech se bude indukovat napětí. Protože vinutí rotoru je spojeno

s komutátorem (zařízením, které má obvod rozdělen na několik segmentů vzájemně odizolovaných), můžeme kartáčky z komutátoru odebírat stejnosměrný proud. Z motoru se stává dynamo. Budeme-li točit na druhou stranu, dojde k přepólování (změní se polarita + a - na kartáčcích). Místo permanentního magnetu lze vytvořit magnetické pole elektromagnetem. Podle zapojení se jedná o dynamo s cizím buzením, derivační nebo kompaundní dynamo (kombinace sériového a derivačního zapojení budícího vinutí).

The background of the slide is a dark, almost black, field filled with a dense, chaotic web of thin, glowing lines. These lines are primarily red and blue, with some white highlights, creating a sense of dynamic movement and complexity. The lines vary in thickness and direction, some forming loops and others extending across the frame.

VI. MĚŘICÍ PŘÍSTROJE

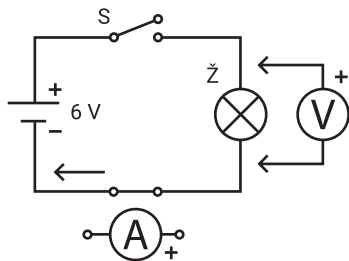
VI. MĚŘICÍ PŘÍSTROJE

Za základní měření stejnosměrných a střídavých veličin považujeme měření napětí a proudu. Většinou pro obě měření používáme jeden univerzální měřicí přístroj, který zapojíme nejdříve jako voltmetr a potom jako ampérmetr.

Pro měření napětí používáme voltmetr, který zapojujeme do obvodu paralelně k měřenému prvku (viz obr.). To znamená, že můžeme změřit napětí v libovolném bodě, aniž bychom museli obvod přerušit.

U měření proudu je situace jiná. Proud měříme ampérmetrem, který zapojujeme do obvodu sériově. To znamená, že nejdříve musíme obvod vypnout, připojit ampérmetr, a potom ho opět zapnout a změřit potřebnou hodnotu. Protože má ampérmetr malý vnitřní odpor, nesmíme jej nikdy připojit přímo ke zdroji napětí. Při měření postupujeme vždy tak, že měřicí přístroj před připojením do obvodu nastavíme na měření potřebné veličiny a zvolíme nejvyšší možný rozsah. Takto zamezíme nechtěnému poškození přístroje.

V naší stavebnici se pokusíme o sestrojení některých měřicích přístrojů z dílů stavebnice. Tyto pokusy by nám měly přiblížit, na jakých principech takové opravdové měřicí přístroje fungují.



80. JEDNODUCHÝ AMPÉRMETR

Pokusíme se postavit měřicí přístroj. Jako většina měřicích přístrojů je i tento založen na elektromagnetickém působení. Čím silnější proud prochází cívkou, tím silněji cívka vtahuje železné předměty do své dutinky. Této vlastnosti se dá využít k měření elektrického proudu. Nejjednodušejší postavíme takový ampérmetr podle připojeného obrázku: těsně nad otvor cívky zavěsíme na tenkou gumičku, kterou máme v krabici, železné jádro. K jádru připevníme lehkou papírovou ručičku, jež se při vtahování jádra posouvá po stupnici. Čím větší proud protéká cívkou, tím hlouběji cívka jádro vtáhne. Velikost proudu můžeme změnit tím, že mezi zdroj a cívku zapojíme žárovku. Můžeme vyzkoušet i dvě paralelně zapojené žárovky.

81. MĚŘÍME TISÍCINU AMPÉRU

Ještě citlivějšího zařízení dosáhneme, necháme-li **magnetku** otáčet v cívice izolovaného drátu. Má to však jednu nevýhodu – musíme přístroj stavět tak, aby ručička směřovala od severu k jihu. Tuto potíž odstraníme a citlivost zvýšíme, zavěsíme-li nad sebou dvě magnetky otočené k sobě opačnými póly, takže se vliv zemského magnetismu ruší (astatická magnetka).

Ze stavebnice vezmeme dvě tupé čepelky. Nikdy nepoužívejte koupené ostré holicí čepelky! Obě čepelky co nejsilněji zmagnetizujeme a sešroubujeme je podle obrázku tak, aby byly nad sebou opačnými póly. Sešroubované čepelky zavěsíme na dlouhý a tenký provázek nad cívku. Pak stačí velmi slabý proud protékající cívkou, aby se soustava pootočila. Jak víme, pokud protéká cívkou proud, vznikne magnetické pole. Čím větší proud protéká, tím silnější pole vzniká v okolí cívky a tím více ovlivňuje sešroubované čepelky. Pečlivě zkonstruovaným přístrojem snadno dosáhneme citlivosti až několika málo tisícin ampéru (několika miliampérů).

82. CÍVKOVÝ GALVANOMETR

V minulém pokusu byl zavěšen permanentní magnet, zatímco elektromagnet byl napevno přišroubován. V tomto pokusu tomu bude naopak. I obyčejný drátek v magnetickém poli, kterým protéká proud, nám může indikovat protékající proud. Abychom zvýšili účinek elektrického proudu, navineme si z tenkého smaltovaného drátu cívečku třeba na korkovou nebo plastovou zátku či jiný podobný předmět z plastu. Takto vytvořenou cívku zavěsíme na dva přívodní drátky mezi póly permanentního magnetu. Zdola ji můžeme upevnit nitkou a šroubkem k plotničce.

Na čelo cívky, na nitku, přilepíme například kousek alobalu z čokolády. Dvěma proužky izololepy ho vymezíme jen na úzkou čáru alobalu (zrcátko). Když ji osvětlíme žárovkou, kreslí po stěně. Závěs cívky musí být velmi lehce pohyblivý. Je-li tomu tak, stačí, aby cívkou protékal jen velmi malý proud, a čárka na stěně se pohne. Narýsujeme pro ni na papír stupnici, již můžeme i zhruba ocejchovat.

Reálné sestavení najdete na stranách 51–54.



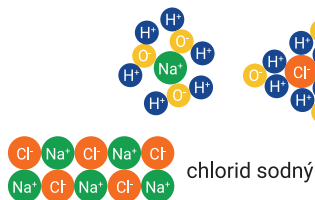
VII. ELEKTROCHEMIE

VII. ELEKTROCHEMIE

Voda je sama o sobě nevidič. V přírodě se však dokonale čistá voda nevykytuje. Vždy obsahuje celou řadu různých příměsí a nečistot. Různé příměsí obsahuje i voda z kohoutku. *Voda s příměsí však elektrický proud vede.* Relativně čistou vodu můžeme získat např. destilací.

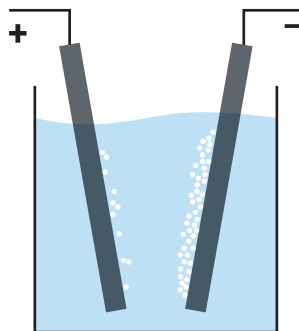
Říkali jsme si, že vše kolem nás je tvořeno atomy. V přírodě se většinou atomy slučují do složitějších celků – molekul. Molekula vody je složena z jednoho atomu kyslíku a dvou atomů vodíku. Chemická značka vody je H_2O . Struktura molekul vody způsobuje, že je voda **polární rozpouštědlo**. Polární rozpouštědlo rozkládá (rozpouští) sloučeniny s iontovými nebo polárními vazbami.

Typickou iontovou sloučeninou je **chlorid sodný** ($NaCl$), nám dobře známý pod názvem kuchyňská sůl. Molekuly $NaCl$ se ve vodě rozkládají na ionty, které jsou vzápětí obklopeny molekulami vody. Říkáme, že dochází k **elektrolytické disociaci**. A právě tyto ionty způsobují vodivost vody. *Proto nikdy mokřma rukama nesaháme na vodiče elektrického proudu či na elektrické spotřebiče!*



83. BUBLINKY NA PÓLECH

Vezmeme skleničku s vodou, vložíme do ní elektrody (č. 1235 a 1236) a zapojíme je do obvodu s elektrickým proudem. Zjistíme, že se na elektrodách tvoří bublinky. Elektrický proud totiž rozkládá vodu na vodík a kyslík. Tyto plyny jsou pak vylučovány na příslušných elektrodách v podobě bublinek. Kdyby jich bylo málo, přidáme do vody trochu octa nebo kuchyňské soli. Je nám již jasné, proč se po přidání např. kuchyňské soli začne vytvářet více bublinek – zvýšili jsme vodivost roztoku. Ten pól, na němž se tvoří více bublinek, je záporný.

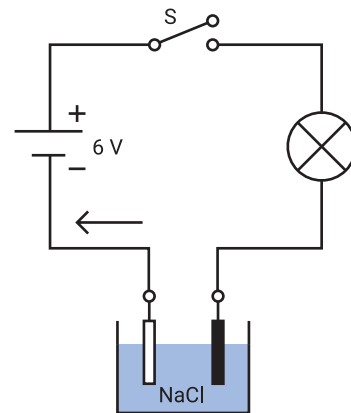
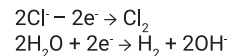


84. ELEKTROLÝZA

Necháme-li roztokem $NaCl$ procházet proud, nastane **elektrolýza**, tj. rozklad elektrolytu průchodem elektrického proudu. Při rozkladu kladně nabitý iont (**kationt**) putuje k záporné elektrodě (**katodě**) a záporně nabitý iont (**aniont**) putuje ke kladné elektrodě (**anodě**). Aniont je iont s přebytkem elektronů. Kationt je iont s nedostatkem elektronů.

Na anodě ztrácí anionty chlór elektrony a vylučuje se plynný chlór, který poznáme podle charakteristického zápachu. Na katodě přijmou molekuly vody elektrony za vzniku plynného vodíku a zásaditého roztoku. Vidíme tedy, že vedení elektrického proudu je způsobeno ionty.

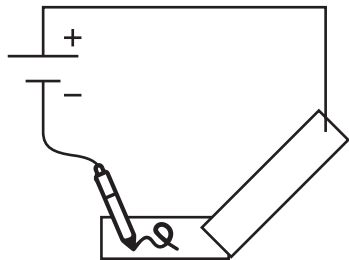
Vezmeme si skleničku s vodou a rozpustíme v ní lžičku soli. Sůl je dodávána ve stavebnici, ale můžeme použít obyčejnou kuchyňskou sůl. Připravili jsme roztok kuchyňské soli. Vezmeme dvě elektrody, ponoříme je do roztoku a zapojíme do obvodu dle schématu. Dále ve stavebnici najdeme bílý fenolftaleinový papírek. Fenolftaleinový papírek se používá k indikaci zásaditého prostředí, ve kterém zčernalí. Toho využijeme a zjistíme, zda zčernalí v zásaditém prostředí katody.



VII. ELEKTROCHEMIE

85. ZÁPORNÝ PÓL PÍŠE ČERVENĚ

Navlhčíme fenolftaleinový papírek vodou a položíme jej na jednu elektrodu. Elektrodu spojíme vodičem s kladným pólem baterie nebo zdroje. Vezmeme-li vodič, který spojíme se záporným pólem, můžeme psát na navlhčený papírek červeným písmem. Vodič spojený se záporným pólem je vlastně katoda a v okolí katody, jak víme, je zásadité prostředí, kde se *fenolftalein barví do fialova*. Toho můžeme využít k ověřování polaritý neznámého zdroje.



86. GALVANICKÉ POKOVOVÁNÍ

Ponoříme-li do nějakého roztoku elektrody spojené s póly baterie či zdroje, začnou putovat kladně nabití ionty (kationty) k záporné elektrodě (katodě) a záporně nabití ionty (anionty) ke kladné elektrodě (anodě).

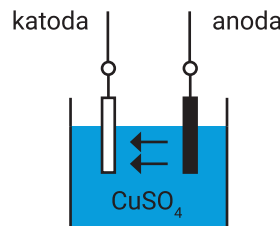
Ve stavebnici máme malý sáček s krystalky modré skalice (č. 1308). Ta obsahuje měď. Jak ji z krystalů dostat a využít?

Rozpustíme modrou skalici v malé sklenice vody. Potom dobře očistíme smrkovým papírem nebo pilníkem nějaký kovový předmět, např. hřebík, klíč atd. Očištěná místa již nebereme do ruky. Ulpěly by na nich pot a mastnota. Předmět, který chceme pokovit, uvážeme na drátek jako katodu (spojíme se záporným pólem baterie). Jako anodu připojíme (spojíme s kladným pólem baterie) měděnou elektrodu (č. 1235). Obě elektrody ponoříme do roztoku modré skalice a sepne obvod. Zakrátko se předmět začne pokrývat červenou vrstvičkou mědi.

Co se stalo? **Kationty mědi** obsažené v roztoku modré skalice putují k zápornému pólu (katodě), kde se usadí. Postupně tak měď na katodě

přibývá. Anionty putují k anodě, kde začnou rozpouštět měď, a tak na anodě ubývá. Pomocí různých solí můžeme předměty pomědit, poniklovat, pochromovat, dokonce i galvanicky postříbřit nebo pozlatit. Toho se hojně využívá i v praxi. Stačí se podívat na „stříbrné“ merkurové pásky, staváčky, matičky nebo šroubky, které jsou pozinkované.

Proč používáme **galvanické pokovování**? Většina kovových předmětů je ocelová. Ocel má dobré mechanické vlastnosti a je to nejlevnější kov, ale na vzduchu koroduje (rezaví). Naopak ušlechtlejší kovy korodují minimálně, ale nejsou tak pevné a jsou vždy dražší než ocel. Pokud ocelový předmět pokovíme, bude mít pořád vlastnosti oceli, ale nebude rezavět a bude hezčí.



87. GALVANICKÝ ČLÁNEK

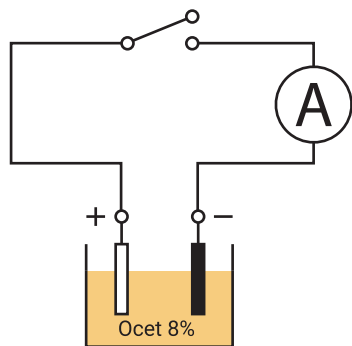
V přírodě se prakticky nenachází přímo využitelná **elektrická energie**, člověk ji proto musí získat přeměnou jiných druhů energie – mechanické, tepelné či světelné, nebo také využitím chemických procesů. Toto se děje v tzv. **galvanických člácích**, a to buď **mokrých** (dříve užívaných) nebo **suchých** (používaných dnes).

Mokrý článek (Daniellův) se skládá z elektrolytu (kyseliny) a dvou elektrod (kladné – z mědi Cu a záporné – ze zinku Zn). Zinková elektroda se v elektrolytu rozpouští a její kationty nabíjí elektrolyt kladně, na elektrodě zůstanou volné elektrony a elektroda se nabíje záporně. Měď na druhé elektrodě se rozpouští méně, mezi kladnou a zápornou elektrodou se objeví napětí asi 1 V. Je vhodné do okolí měděné elektrody přidat špetku modré skalice. Vznikne rovnovážný stav. Spojíme-li však svorky galvanického článku vodičem přes spotřebič, rovnovážný stav se poruší. Elektrony se přemísťují přes spotřebič ze zinkové elektrody (kde jich je přebytek) na měděnou – vodičem a spotřebičem protéká elektrický proud.

Ze stavebnice si vezmeme měděnou a zinkovou elektrodu (součástky č. 1235 a 1236) a vložíme je do sklenice.

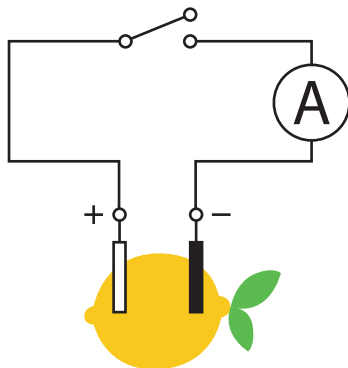
VII. ELEKTROCHEMIE

Nyní musíme sehnat vhodný elektrolyt. Můžeme k tomu využít kuchyňský ocet, což je 8% roztok kyseliny octové ve vodě. Spojíme-li elektrody mezi sebou, začne obvodem protékat proud. Jak ale tento malý proud zjistíme? To snad pro nás není problém – umíme si přeci již postavit citlivý ampérmetr. Zapojíme ampérmetr do obvodu a pozorujeme výchylku na měřicím přístroji.



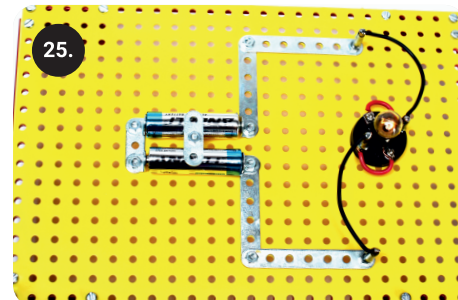
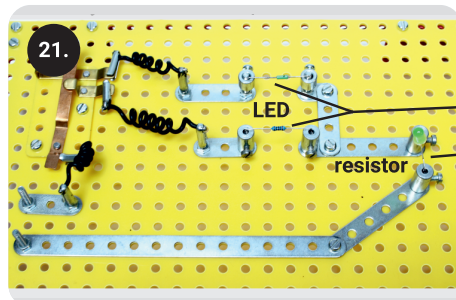
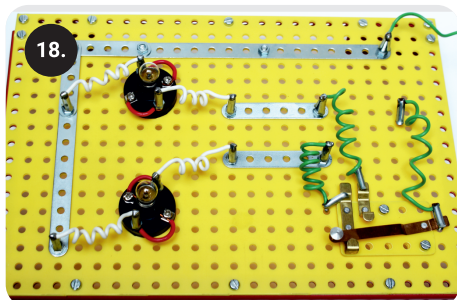
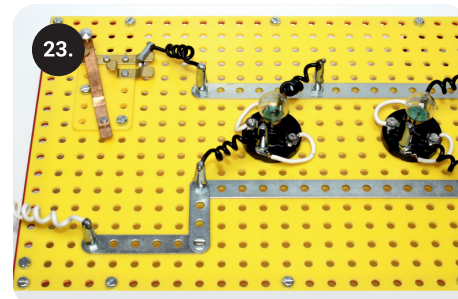
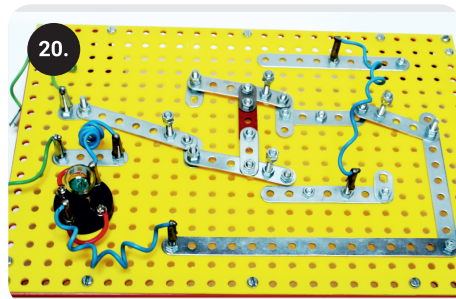
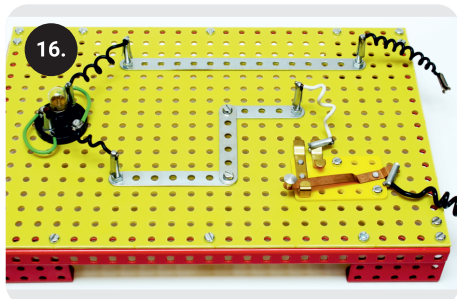
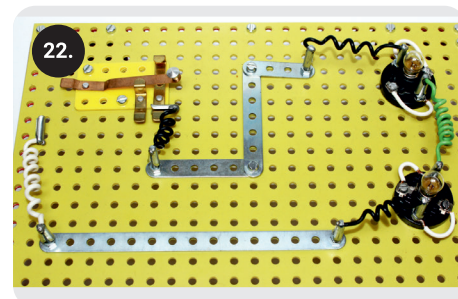
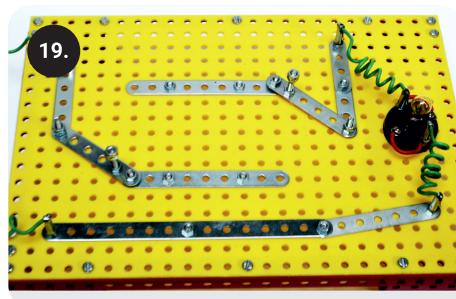
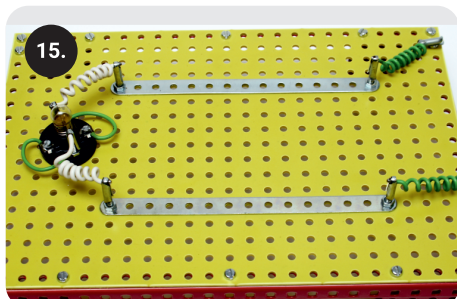
88. GALVANICKÝ ČLÁNEK Z CITRÓNU

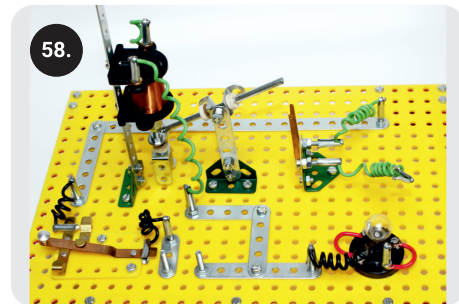
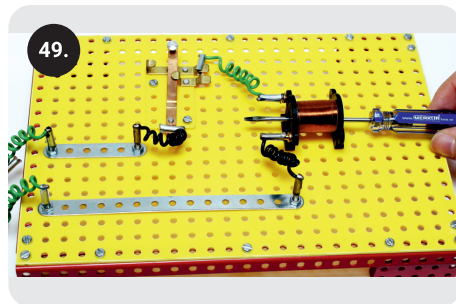
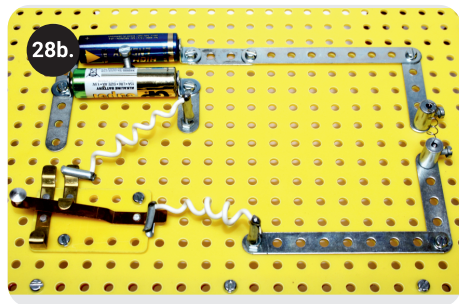
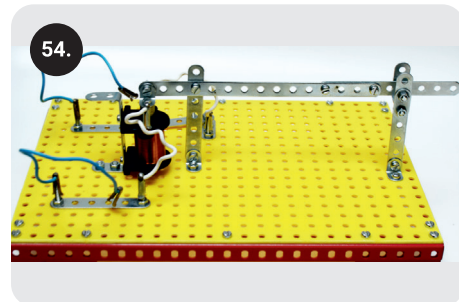
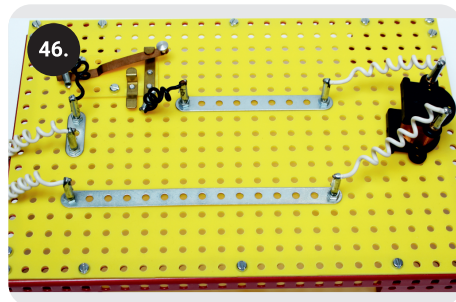
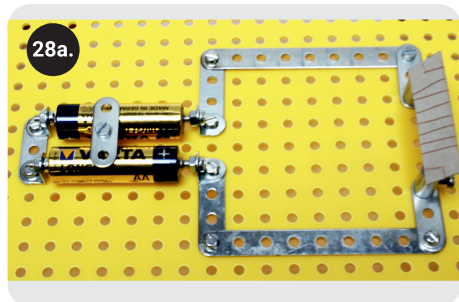
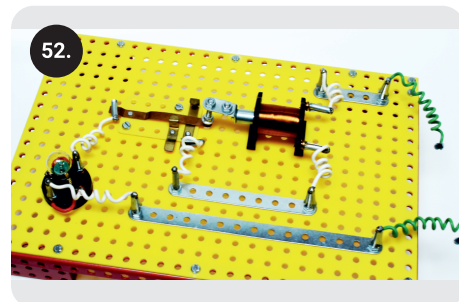
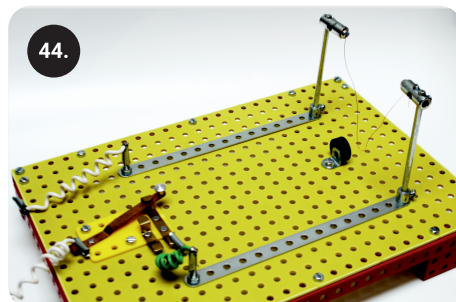
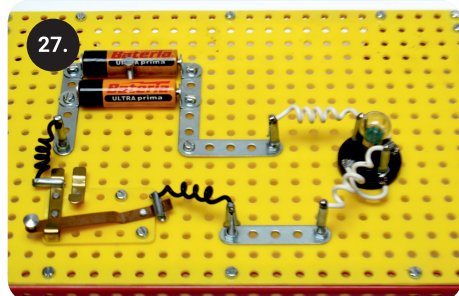
K tomuto pokusu budeme potřebovat citrón a naše známé elektrody – zinkovou a měděnou. Zapíchne obě elektrody do citrónu a zapojíme ampérmetr. Může citrón vyrábět proud? Ano, dužina citrónu nám představuje elektrolyt. V galvanickém článku je elektrolytem kyselina a citrón je přece kyselý – obsahuje kyselinu citrónovou.

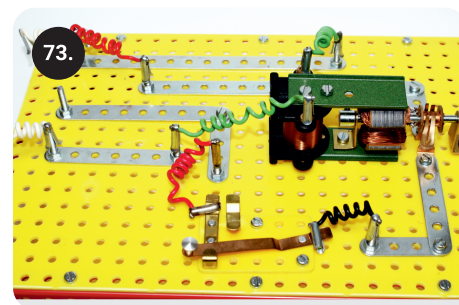
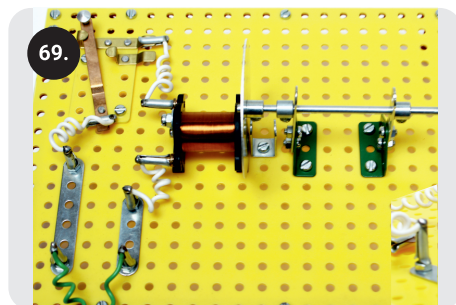
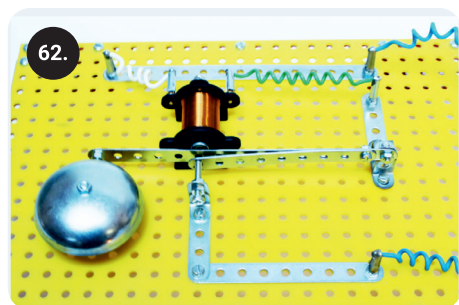
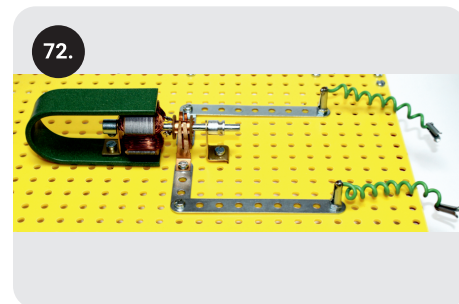
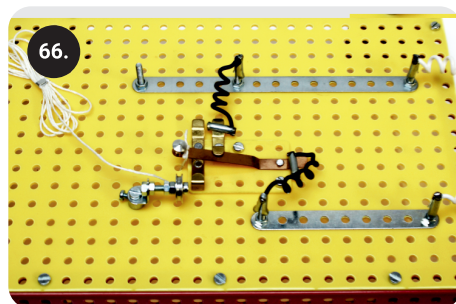
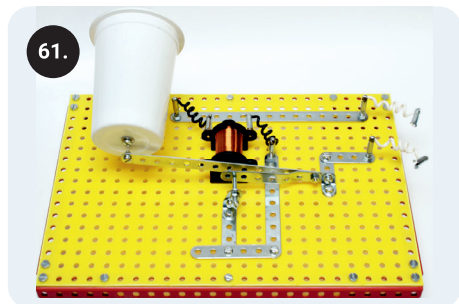
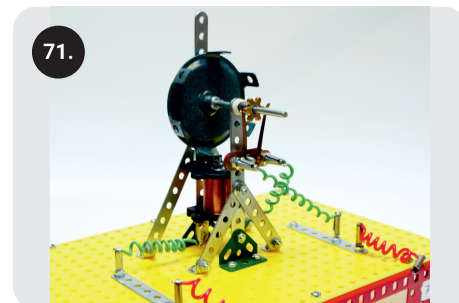
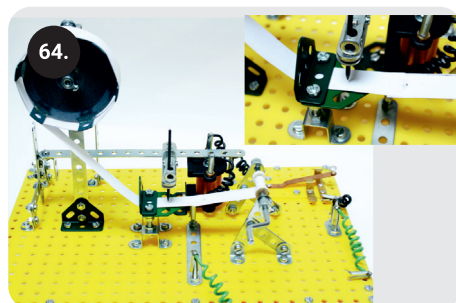
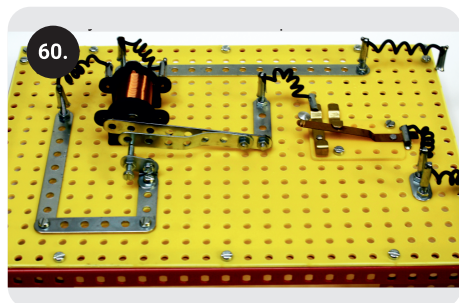


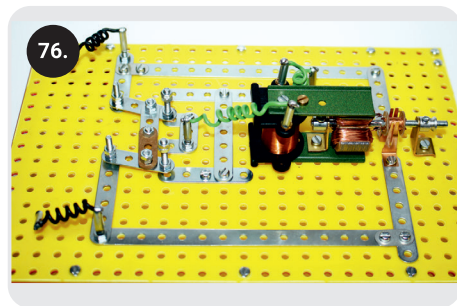
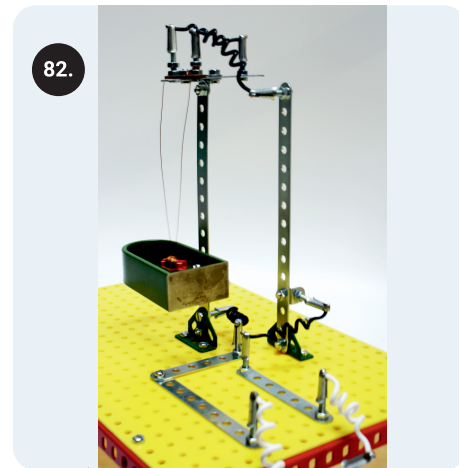
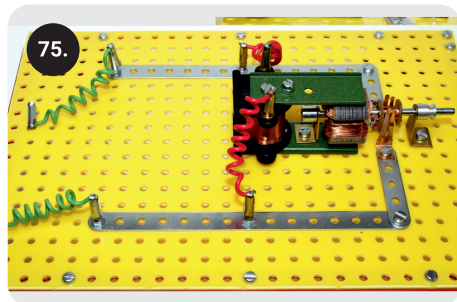
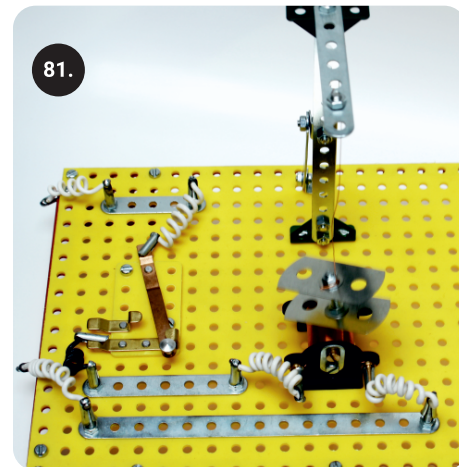
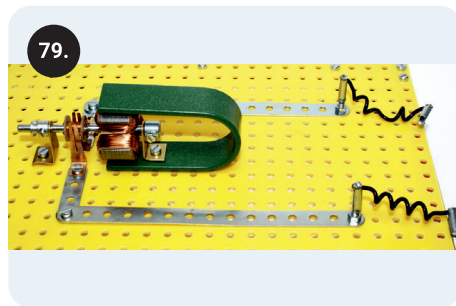
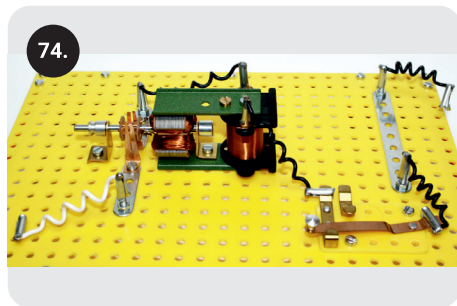
REÁLNÉ SESTAVENÍ VYBRANÝCH POKUSŮ











MERKUR KOLEKCE



MCAR 01 L.E.

age/věk:6+
parts/díly: 210
weight/váha:.....1.1 kg



**ROBOTICKÁ RUKA /
ROBOTIC ARM**

age/věk: 10+



ELEKTRO E2

age/věk:7+
parts/díly: 466
weight/váha:.....1.3 kg

Všechny stavebnice najdeš u nás na e-shopu

All construction sets are available in our eshop • Alle Kits sind in unserem E-Shop erhältlich • Tous les kits sont disponibles dans notre e-shop • Todos los kits están disponibles en nuestra e-shop • Tutti i kit sono disponibili nel nostro e-shop • Všetky súpravy sú k dispozícii v našom e-shope • Wszystkie zestawy są dostępne w naszym sklepie internetowym • Vsi kompleti so na voljo v naši e-trgovini • Minden készlet elérhető webáruházunkban • Alle kits zijn verkrijgbaar in onze e-shop • Svi kompleti dostupni su u našoj e-trgovini • Всі комплекти са наявні в нашій електронен магазин • Toate kiturile sunt disponibile în e-shop-ul nostru • Все наборы можно приобрести в нашем интернет-магазине

www.eshop.merkurtoys.cz

MERKUR MANUAL



MERKUR

You can find a translation of the instructions by scanning the QR code or at navody.merkurtoys.cz. • Eine Übersetzung der Anleitung finden Sie durch Scannen des QR-Codes oder auf der Website navody.merkurtoys.cz. • Vous trouverez une traduction des instructions en scannant le code QR ou sur le site web navody.merkurtoys.cz. • Puede encontrar una traducción de las instrucciones escaneando el código QR o en el sitio web navody.merkurtoys.cz. • È possibile trovare una traduzione delle istruzioni scansionando il codice QR o sul sito web navody.merkurtoys.cz. • Preklad návodu nájdete naskenovaním QR kódu alebo na webovej stránke navody.merkurtoys.cz. • Tlumaczenie instrukcji można znaleźć skanując kod QR lub na stronie navody.merkurtoys.cz. • Tlumaczenie instrukcji można znaleźć skanując kod QR lub na stronie navody.merkurtoys.cz. • Az utasítások fordítását a QR-kód beolvasásával vagy a navody.merkurtoys.cz weboldalon találja. • Je kunt een vertaling van de instructies vinden door de QR-code te scannen of op de website navody.merkurtoys.cz. • Prijevod uputa možete pronaći nakon skeniranja QR koda ili na web stranici navody.merkurtoys.cz. • Можете да намерите превод на инструкциите, като сканирате QR кода или на уебсайта navody.merkurtoys.cz. • Puteți găsi o traducere a instrucțiunilor prin scanarea codului QR sau pe site-ul navody.merkurtoys.cz. • Перевод инструкции можно найти, отсканировав QR-код или на сайте navody.merkurtoys.cz.