

Panská fyzika 5

Jaroslav Reichl²⁵

1 Svítící kouzelná hůlka

Pomůcky:

dřevěná kulatina, černý papír, bílý papír, červená LED, kulatá baterie s napětím 3,5 V, malý spínač, rezistor o odporu několika stovek ohmů, asi půlmetru vodiče, lepidlo, nůžky, pájka

Postup:

Nejprve je třeba si připravit kouzelnou hůlku, jejíž výroba byla popsána ve sborníku z Veletrhu nápadů učitelů fyziky 6, který se konal v Olomouci v roce 2001. Vzhledem k tomu, že v tomto experimentu se používá upravená kouzelná hůlka, uvedu postup výroby celý.

Z dřevěné kulatiny uřízneme část o délce asi 20 – 22 cm. Z obou stran vyvrtáme opatrně pomocí vrtačky do hůlky takový otvor, aby se do hůlky z jedné strany pohodlně vešla svítící dioda a z druhé baterie a spínač. Podél hůlky pak ještě pomocí nože vyhloubíme zářez, kterým povedeme vodič od baterie k diodě (a zpět). Pomocí pájky spojíme obvod, do kterého připojíme baterii, svítící diodu a k ní sériově rezistor o odporu několika set ohmů a spínač. Ke svítící diodě musí vést dva vodiče, z nichž každý je o několik centimetrů delší, než je délka kouzelné hůlky. Svítící diodu vlepíme do vyvrtaného otvoru na jednom konci hůlky, baterii a spínač do otvoru na druhém konci hůlky. Dbáme na to, aby pohyblivá část spínače zůstala vyčnívat z hůlky ven a bylo možné ji nenápadně stlačit.

Kouzelnou hůlku nyní polepíme černým papírem. Na obou koncích hůlky pak nalepíme bílý papír o šířce asi 4 cm. Bílým papírem rovněž přelepíme svítící diodu, aby nebyla na první pohled vidět, a zamaskujeme spínač na druhém konci hůlky.

Provedení:

Hůlku vezmeme do ruky tak, aby spínač byl v dlani. Před třídou (publikem) hovoříme na téma, jak rozsvítíme kouzelnou hůlku. Pokud diváci znají filmy o mladém kouzelníkovi Harrym Potterovi, je možné se optat, zda vědí, jak Harry získává světlo. Snad se najde někdo, kdo si vzpomene, že Harry používá zaříkadlo „Lumos!“ Vyslovíme tedy toto „kouzelné“ slovíčko a přitom nepozorovaně dlaní stiskneme spínač. Svítící dioda v hůlce se rozsvítí a přední část kouzelné hůlky tím pádem celá zčervená.

2 Indikátor proudu

Pomůcky:

krabička od filmu, asi 10 – 15 metrů tenkého měděného smaltovaného drátu, dvě nefunkční CD, čtvrtka papíru nebo korky, zdířky na zasunutí banánků, dva malé magnety, nůžky, lepidlo, jehla, špejle, kancelářská svorka, pájka

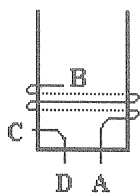
Postup:

Z krabičky od filmu vytvoříme cívku tak, že na krabičku navineme několik set závitů tenkého měděného smaltovaného drátu. Drát je vhodné vést krabičkou od filmu tak, jak ukazuje obr. 1: nejprve pomocí jehly, do níž drát navlékneme, protáhneme drát z pozice A dovnitř do krabičky a boční stěnou krabičky u jejího dna zase protáhneme drát ven (v praxi je vhodné postupovat opačně: nejprve vtáhnout drát boční stěnou do krabičky a pak dnem zase ven). Před vlastním navinováním závitů potřeme krabičku od filmu lepidlem, aby závity držely a nesjížděly. Pak začneme navinovat jednotlivé závity, přičemž lze postupovat ode dna krabičky k jejímu hrdlu a zase zpět. U hrdla krabičky nenavinujeme závity až do konce – necháme zde zhruba 1 cm volného místa. S navino-

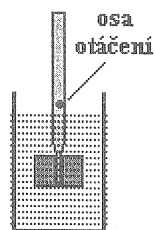
²⁵ Jaroslav Reichl, reichl@panska.cz, SPŠST Panská 3, Praha 1

váním závitů je třeba skončit zase v dolní části krabičky (symbolicky je na obr. 1 naznačeno vytváření závitů písmeny B až C). Opět je třeba nejdříve vtáhnout drát dovnitř do krabičky a poté s ním krabičku jejím dnem opustit (viz písmeno D). Konce drátu A a D necháme zatím dlouhé asi 10 – 15 cm a později je přiletujeme pomocí pájky ke zdírkám na banánky.

K takto vytvořené cívce, která bude tvořit základ galvanometru, je nutné připevnit ještě ručku. Tu vyrobíme ze špejle dlouhé asi 10 – 15 cm, k níž přilepíme dva malé magnety. V praxi se osvědčilo špejli zmačknout pomocí kleští a na vzniklé plošky pak přilepit dva magnety opačnými póly k sobě. Do krabičky od filmu, na kterou jsme navinuli závitů cívky, pak uděláme v horní části (tam, kam už nezasahuje vinutí cívky) dva otvory ve dvou protilehlých bodech průměru krabičky. Špejli – ručku přístroje pak upevníme pomocí kancelářské svorky, kterou narovnáme. Do špejle vyvrtáme opatrně otvor, kterým projde drátek kancelářské svorky, do takové vzdálenosti od magnetů, aby se magnety nacházely zhruba v polovině vytvořené cívky. Otvor vrtáme kolmo na podélnou osu magnetů (viz též obr. 2), aby se mohla špejle v závislosti na proudu tekoucím cívkou vychylovat kolem své osy. Drátek z kancelářské svorky protáhneme stěnou krabičky, nasadíme na něj špejli a protáhneme stěnou krabičky na druhé straně. Pomocí plastelíny, korálků, kousku papíru, ... je možné omezit posuvný pohyb špejle po drátku. Drátek z kancelářské svorky zajistíme pomocí plastelíny, ohnutí, ... proti vysunutí z krabičky od filmu.



obr. 1

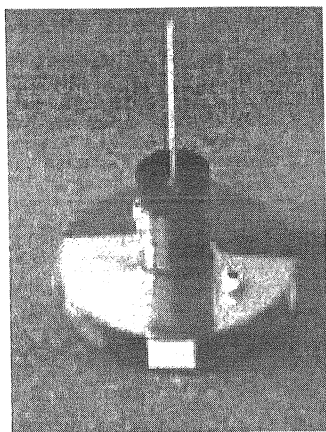


obr. 2

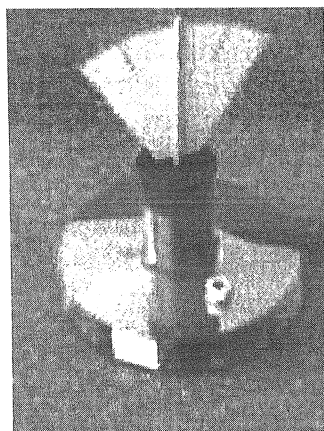
Do nefunkčního CD uděláme (např. rozžhaveným hřebíkem) symetricky kolem středu dva otvory, do nichž poté vlepíme dvě zdířky na banánky. Necháme zaschnout. Poté do středu tohoto CD přilepíme námi vytvořenou cívku (již s připevněnou ručkou), tak aby vývody A a D drátu cívky vycházely středním otvorem CD. Opět necháme důkladně zaschnout.

Po zaschnutí velmi opatrně, abychom už udělanou práci neponičili, připájíme volné konce A a D drátu cívky ke zdírkám pro banánky (každý vývod k jedné zdířce). Před vlastním pájením je nutno letovaný konec smaltovaného drátu opálit, případně smalt seškrábat pomocí nožíku. Jinak nevytvoříme vodivé spojení.

Připravíme si druhé nefunkční CD, které bude sloužit jako podstavec. Pomocí korku nebo krychliček vyrobených ze čtvrtky papíru vytvoříme tři „nožičky“, které přilepíme na prázdné CD podél jeho obvodu symetricky vzhledem ke středu CD. Poté na „nožičky“ přilepíme CD s přilepenou cívkou (viz obr. 3).



obr. 3



obr. 4

Z uzávěru krabičky od filmu, k němuž přilepíme stupnici vytvořenou z papíru, lze získat představu přímo o ampérmetru resp. voltmetru (viz obr. 4). Nesmíme ovšem zapomenout do víčka krabičky od filmu vyříznout otvor pro pohyb ručky.

Provedení:

Takto je hotový galvanometr, který bude registrovat procházející proud. Stačí připojit ke zdroji napětí (např. krátkodobě zkratovat 4,5 voltovou baterii) a ručka se prokazatelně vychýlí. Při změně polarity zdroje napětí se změní směr její výchylky. Vyrobený galvanometr slouží pouze jako indikátor a nebyl zatím testován, do jaké míry je přesný. Jeho přednost vidím zejména v tom, že ukazuje princip přístrojů používaných v praxi a přitom je „vidět dovnitř“.

3 Dynamo od kola jako zdroj napětí

K řadě experimentů lze použít i klasické dynamo z jízdního kola.

Pomůcky:

dynamo od jízdního kola, spojovací vodiče, voltmetr, laboratorní stojan, závaží o hmotnosti 100 gramů, pevná nit

Postup a provedení:

Dynamo upevníme do laboratorního stojanu, který postavíme na stůl tak, aby dynamo přesahovalo přes stůl. Tato poloha prodlouží dráhu, na které se bude směrem k zemi pohybovat závaží. Dynamo připojíme k voltmetru na střídavé napětí: jeden vodič vyvedeme příslušného místa dynama, druhý připojíme k vodivé části dynama nebo stojanu. Závaží připevníme na dostatečně dlouhou nit (délka nitě musí být zhruba o půl metru delší, než je svislá vzdálenost dynama od podlahy) a tu navineme na rotor dynama (ta část, kterou uvádí do pohybu plášť jízdního kola).

Nyní stačí závaží uvolnit: začne se pohybovat směrem k zemi a zároveň na voltmetru bude patrný nárůst napětí. Pohyb závaží lze s dobrou přesností považovat za zrychlený.

K ověření funkce dynama (tj. aplikace Faradayova zákona elektromagnetické indukce) můžeme použít buď výrazně těžší závaží, u něhož by byl větší poměr mezi tíhovou silou a odporovou silou vzduchu (což může být vzhledem ke konstrukci s použitím laboratorních stojanů značně nestabilní), nebo prudce zatáhnout za navinutou nit rukou. Tím uvedeme rotor do rychlejšího pohybu a docílíme většího napětí.

4 Dynamo od kola a přeměny energií

Pomůcky:

dynamo z jízdního kola, laboratorní stojan, žárovka 4,5 V/0,8 A (nebo podobná), spojovací vodiče

Postup a provedení:

Dynamo upevníme do laboratorního stojanu tak, jak je popsáno u experimentu Dynamo od kola jako zdroj napětí. Jediný rozdíl bude v tom, že tentokrát místo voltmetru připojíme panel se žárovkou. Na rotor dynama navineme nit, na které je připevněno závaží, a závaží pustíme.

Během pohybu závaží se žárovka postupně rozsvítí, což lze vysvětlit tak, že se mechanická potenciální energie závaží postupně měnila na mechanickou rotační energii rotoru, ta na energii elektrickou, která se v žárovce přeměnila na energii světelnou. Zkráceně: mechanická energie se mění na energii světelnou (při zařazení experimentu v prvním ročníku v učivu o energiích ne všichni studenti tuší, jak funguje dynamo). Tato přeměna je přímo „vidět“: závaží klesá dolů, roztáčí se dynamo a žárovka začíná svítit.

5 Dynamo od kola a Lenzův zákon

Pomůcky:

stejně jako u experimentu Dynamo od kola a přeměny energií

Postup a provedení:

Experiment sestavíme a provedeme naprosto totožně jako je uvedeno u experimentu Dynamo od kola a přeměny energií. Všimneme si, že na rozdíl od experimentu Dynamo od kola a přeměny energií, tj. experiment, kdy k dynamu byl připojen pouze voltmetr, se uvolněné závaží nepohybuje zrychleně. Naopak: viditelně svůj pohyb zpomaluje, až se ustálí na určité velikosti rychlosti. Při závaží s malou hmotností by se tento pohyb dokonce i zastavil.

Příčinou tohoto jevu je proud, který prochází obvodem. Tento proud pochopitelně neteče jen žárovkou, ale i dynamem. V dynamu (pro jednoduchost si ho představme jako cívku) dochází k vlastní indukci: proud jím tekoucí vyvolává nestacionární magnetické pole (původní proud zpočátku narůstá – proto je pole nestacionární), které je příčinou vzniku indukovaného napětí. Díky tomu obvodem začíná procházet indukovaný proud ve směru opačném, než je proud původní – brzdí tedy pohyb rotoru dynama a závaží.

6 Mobilní telefon – zdroj magnetického pole

Pomůcky:

mobilní telefon, asistent s druhým mobilním telefonem, cívka s velkou indukčností, voltmetr případně souprava ISES, spojovací vodiče

Postup a provedení:

Cívku s velkou indukčností (já mám odzkoušenu cívku s indukčností 5 H) připojíme k voltmetru pro měření střídavého napětí s co možná největší citlivostí. Do blízkosti cívky umístíme mobilní telefon a požádáme asistenta, aby z druhého mobilního telefonu přístroj u voltmetru „prozvonil“. Ještě dříve, než se ozve vyzváněcí tón, začne voltmetr ukazovat nenulové napětí na cívce.

Napětí na cívce vzniká elektromagnetickou indukcí. Signál, kterým se přenáší informace mezi mobilními telefony, je elektromagnetická vlna. Její proměnná magnetická složka indukuje v závitech cívky napětí.

Lépe než na voltmetru je tento jev pozorovatelný se soupravou ISES: připojíme modul voltmetr, nastavíme největší citlivost (tj. nejmenší rozsah) a k voltmetru přivedeme napětí z cívky. Na obrazovce počítače pak můžeme pozorovat časový průběh napětí v závislosti na tom, co s mobilním telefonem u cívky provádíme (telefon je „prozváněn“, telefon „prozván“ jiný telefon, je přijímána SMSka, ...).

7 Mobilní telefon a držák „labuť“

Pomůcky:

mobilní telefon, asistent s druhým mobilním telefonem, „blikající“ držák mobilního telefonu

Postup a provedení:

Mobilní telefon položíme do držáku, který je možné běžně koupit v prodejnách s mobilními telefony. Jedná se o držák, který obsahuje barevné svítící diody. Asistenta s druhým mobilním telefonem požádáme, aby přístroj v držáku „prozvónil“. Dříve než se ozve vyzváněcí tón telefonu, začnou diody blikat.

Držák jsem zatím nerozebíral, ale vím, že obsahuje zdroj napětí. Proto soudím, že uvnitř bude tranzistor, který se otevře při proudu vzniklém elektromagnetickou indukcí, kterou spustí přicházející elektromagnetická vlna. Proud zesílený tranzistorem je dostačující k rozsvícení diod.

Na podobném principu je založena řada dalších doplňků, které se prodávají jako ozdoba mobilních telefonů.

Pro úplnost ještě spojení na mne: reichl@panska.cz

Na webové stránce: <http://vyuka.panska.cz/reichl> mohou jak učitelé tak i studenti nalézt řadu materiálů do výuky fyziky a matematiky.