

Elektřina a magnetismus – v hlavní roli tužková baterie

VOJTĚCH ŽÁK

Matematicko-fyzikální fakulta Univerzity Karlovy, Praha

V tomto článku jsou popsány a diskutovány tři experimenty z elektřiny a magnetismu, které je možné zařadit jako žákovské pokusy jak na základní, tak na střední škole. Tematicky se jedná o magnetické pole v okolí vodiče s elektrickým proudem, magnetickou sílu působící na vodič s elektrickým proudem a jednoduchý elektromotorek. V experimentech je využíván levný materiál (zejména tužková baterie), takže je velmi snadné zařadit je do běžné výuky.

Úvod

Tento článek je skromným příspěvkem k mnoha existujícím návodům k experimentům z elektřiny a magnetismu. Příspěvek je orientován na pokusy, které svědčí o základních fenoménech elektromagnetismu – konkrétně se jedná o tato témata: *magnetické pole v okolí vodiče s elektrickým proudem; magnetická síla působící na vodič s elektrickým proudem a jednoduchý elektromotorek*. Specifikem článku je, že v experimentech jsou využívány velmi dostupné a levné pomůcky (např. tužková baterie, alobal), takže je snadné zařadit je do běžné výuky jak na základních, tak na středních školách. Právě díky kombinaci levného dostupného materiálu a přitom možnosti přesvědčit se o zásadních elektromagnetických jevech je nejvhodnější zařadit experimenty jako žákovské pokusy, které žáci mohou provádět buď samostatně, nebo ve dvojicích.

U jednotlivých experimentů je doporučena jejich didaktická funkce (podrobněji [1], s. 100-105), jsou uvedeny pomůcky potřebné k jejich provedení, je popsáno jejich provedení (dokumentováno fotografiemi), konstatován závěr, který je adekvátní z jejich provedení vyvodit, a jsou uvedeny poznámky (možné příčiny selhání experimentu, doporučení k dalšímu experimentování apod.).

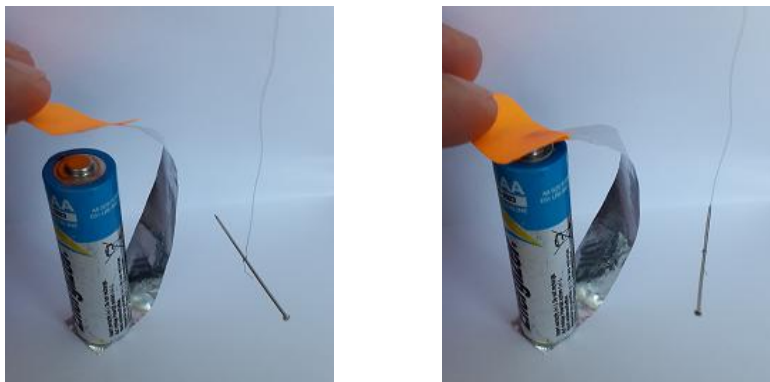
Popis a diskuze tří experimentů z elektřiny a magnetismu

Magnetické pole v okolí vodiče s elektrickým proudem

Tento pokus může mít *objevovací (heuristickou)* funkci. Na základě jeho provedení a pozorování mohou žáci vyvodit, že vodič, kterým protéká elektrický proud, je zdrojem magnetismu (magnetického pole).

Pomůcky: tužková baterie AA (1,5 V), nit (délky asi 20 cm), magnet (běžný feritový „z nástěnky“), špendlík (běžný, ne zavírací), proužek alobalu (běžného tenčího), kancelářská samolepka, nůžky.

Provedení (viz první snímek na obr. 2 a dále obr. 1): Nůžkami ustříhneme proužek alobalu (zhruba o rozměrech 10 cm a 1 cm). K jednomu konci alobalového proužku přilepíme kancelářskou samolepku (kolmo k proužku), na druhý konec postavíme tužkovou baterii (záporným pólem). Zmagnetujeme špendlík (např. přejížděním jeho hrotem po povrchu magnetu). Špendlík potom navážeme na konec nitě v jeho těžišti (tak, aby při svislé poloze nitě byl přibližně vodorovně). Uchopíme kancelářskou samolepku, propojíme na chvilku proužkem alobalu záporný a kladný pól baterie a zároveň přiblížíme k proužku špendlík, který držíme na niti (obr. 1).



Obr. 1 Uspořádání experimentu, ze kterého lze vyvodit, že v okolí vodiče s elektrickým proudem existuje magnetické pole

Závěr: Po propojení kladného a záporného pólu tužkové baterie proužkem alobalu a přiblížení zmagnetovaného špendlíku můžeme pozorovat, že se špendlík pootočí. Zmagnetovaný špendlík na niti funguje obdobně jako strelka kompasu (magnet, který se může snadno otáčet) a reaguje na magnetické pole, které vzniklo díky elektrickému proudu protékajícímu alobalovým proužkem.

Poznámky: Doporučujeme, aby byl špendlík před propojením elektrického obvodu vedle proužku a směřoval k němu (viz obr. 1 vlevo). Pokud se experiment výše popsáním způsobem nedaří (např. špendlík se výrazněji neotočí), zkontrolujeme, zda baterie je dostatečně nabitá, zda je špendlík dostatečně blízko proužku, příp. zda proužek opravdu vodivě spojuje oba póly baterie. Z experimentu nelze obecně určit směr magnetických indukčních čar pole vyvolaného elektrickým proudem v alobalu, protože špendlík je také v magnetickém poli Země, příp. dalších magnetických polích. Na polohu špendlíku může mít také vliv nit (její struktura). K tématu magnetické pole můžeme v Souhrnném sborníku Veletrhu nápadů učitelů fyziky najít několik desítek příspěvků, z nichž např. [2] a [3] se týkají přímo magnetického pole vodičů s proudem.

Magnetická síla působící na vodič s elektrickým proudem

Tento experiment může mít také *objevovací (heuristickou)* funkci. Na základě jeho provedení a pozorování mohou žáci usoudit, že na vodič, kterým protéká elektrický proud, působí magnet silou.

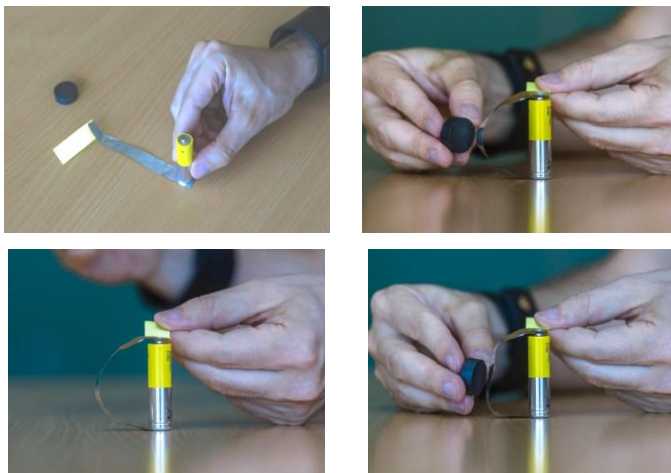
Pomůcky: tužková baterie AA (1,5 V), magnet (stačí feritový), proužek alobalu, kancelářská samolepka, nůžky.

Provedení (viz obr. 2, nejprve v levém sloupci, pak v pravém): Začátek je stejný jako u předchozího pokusu: Nůžkami ustříháme proužek alobalu (zhruba o rozměrech 10 cm a 1 cm). K jednomu konci alobalového proužku přilepíme kancelářskou samolepku (kolmo k proužku), na druhý konec postavíme tužkovou baterii (záporným pólem). Uchopíme kancelářskou samolepku, propojíme na chvíli proužkem alobalu záporný a kladný pól baterie a zároveň přiblížíme k proužku magnet.

Závěr: Po propojení kladného a záporného pólu tužkové baterie proužkem alobalu a přiblížení magnetu můžeme pozorovat, že se proužek zdeformuje (směrem k magnetu nebo od něj). Na proužek (v podstatě vodič s elektrickým proudem) působí tedy magnet silou. Tato síla může být přitažlivá nebo odpudivá.

Poznámky: Této síle se říká *magnetická síla*. Pokud se experiment tímto způsobem nedaří, zkontrolujeme, zda baterie je dostatečně nabitá, zda je magnet dostatečně blízko proužku, příp. zda proužek skutečně vodivě spojuje oba póly baterie. Experiment můžeme porovnat se situací, kdy proužkem neprotéká elektrický proud (obvod je rozpojen); v tom případě nebudeme pozorovat de-

formování proužku (účinek působící síly). Popis zajímavého experimentu na působení magnetické síly na vodič s elektrickým proudem můžeme najít např. ve [4].



Obr. 2 Postup provedení experimentu, ze kterého lze vyvodit, že na vodič s elektrickým proudem působí magnet silou (převzato z portálu www.alik.cz, se souhlasem jeho redakce)*

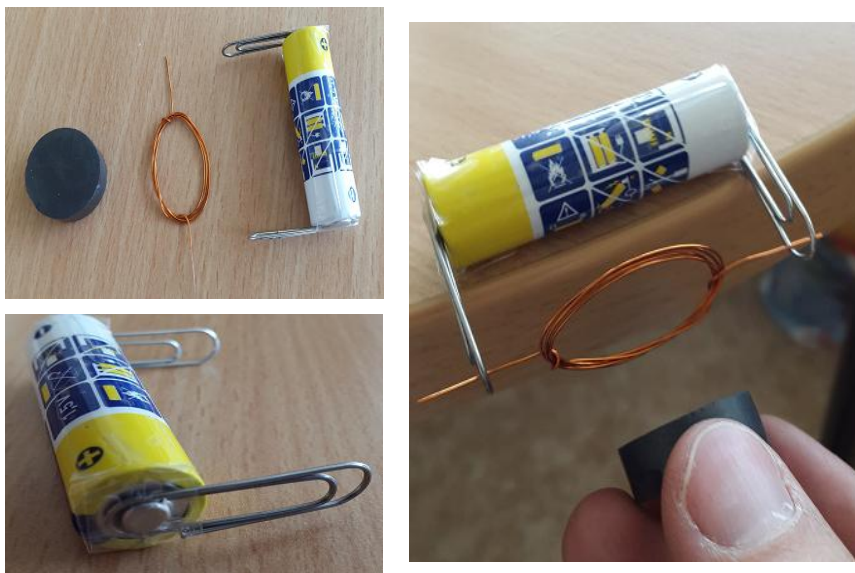
Jednoduchý elektromotor

Tento experiment přímo navazuje na předcházející pokus, při kterém se ukazuje, že na vodič s elektrickým proudem působí magnet silou. Zároveň se jedná o variantu pokusu, který byl autorem tohoto článku uveřejněn již dříve [5]. Tento experiment může mít *aplikační* funkci; žáci se mohou stát konstruktéry zařízení, které je velmi zjednodušenou obdobou elektromotorů používaných v praxi.

Pomůcky: tužková baterie AA (1,5 V), magnet (stačí feritový), izolovaný měděný drát (průměr 0,3 až 0,4 mm, délka asi 30 cm), smirkový papír, tvrdší

* Za fyzikální příspěvky (zahrnující tyto fotografie) uveřejněné na portálu www.alik.cz byli autoři (V. Žák, V. Kopecká a J. Stříbrná) oceněni za významný čin v popularizaci fyziky (uděleno Českou fyzikální společností, sekci Jednoty českých matematiků a fyziků v roce 2015).

papír (jako podložka), 2 kancelářské svorky (kovové, středně veliké), izolepa, nůžky (na drát).



Obr. 3 Postup při výrobě jednoduchého elektromotorku

Provedení (obr. 3): Z drátu vyrobíme přibližně eliptickou cívku např. tak, že drát namotáme na ukazováček a prostředníček jedné ruky. Z konců cívky vytvoříme osu. Jeden konec osy odizolujeme pomocí smirkového papíru ze všech stran, z druhého konce cívky odstraníme izolaci jen z jedné strany. K pólům baterie přilepíme pomocí izolepy kancelářské svorky (izolepa může podélně baterii několikrát obepínat). Osu cívky umístíme do svorek. Do blízkosti cívky umístíme magnet. Pokud se cívka nedá hned do pohybu, postrčíme ji prstem, příp. zkontrolujeme, zda je dostatečně symetrická.

Závěr: Cívku uvedou do pohybu a udržují ji v něm magnetické síly, kterými magnet působí na jednotlivé části cívky (vodič s elektrickým proudem).

Poznámky: Cívka elektromotorku se dost často napoprvé neroztočí. Bývá to dáno tím, že není dostatečně symetrická (vyvážená) nebo že cívkou neteče proud (není vodič propojena s kancelářskými svorkami, příp. svorky dobře nedoléhají k pólům baterie). Podrobnější komentář k elektromotorku tohoto typu najdeme v [5], s. 225–226. Také k tématu elektromotor můžeme v Sou-

hrnném sborníku najít několik příspěvků; pokud jde o jednoduché varianty elektromotoru, můžeme doporučit např. [6] a [7].

Závěr

Vzhledem k tomu, že výše popsané experimenty je možné provést s dostupným, levným a skladným materiálem, jsou velmi vhodné jako žákovské experimenty. Podstatné je, že si prostřednictvím nich mohou žáci zvnitřnit důležité fyzikální jevy. Uvedené experimenty (spolu s dalšími) byly autorem tohoto článku prezentovány v rámci zvané přednášky na konferenci *New Trends in Physics Teaching (Nuevas Tendencias en la Enseñanza de la Física)*, která se uskutečnila ve dnech 25. až 28. května 2017 v Mexiku ve městě Puebla. Jednalo se o jubilejní 25. ročník akce určené primárně mexickým vzdělavatelům ve fyzice (zejména učitelům středních škol), která má nicméně výrazný mezinárodní přesah.

Literatura

- [1] Svoboda E., Kolářová R.: *Didaktika fyziky základní a střední školy: Vybrané kapitoly*. Karolinum, Praha, 2006.
- [2] Patč B.: *Magnetická pole vodičů*. Souhrnný sborník Veletrhu nápadů učitelů fyziky. <http://vnuf.cz/sbornik/prispevky/08-17-Patc.html>
- [3] Tabaszewski K.: *Magnetické pole kolem vodiče, kterým protéká proud. Elektromagnetická indukce*. Souhrnný sborník Veletrhu nápadů učitelů fyziky. <http://vnuf.cz/sbornik/prispevky/01-25-Tabaszewski.html>
- [4] Polák Z.: *Experimenty elektřiny a magnetismu*. Souhrnný sborník Veletrhu nápadů učitelů fyziky. <http://vnuf.cz/sbornik/prispevky/11-20-Polak.html>
- [5] Žák V.: *Dvoje laboratorní práce z fyziky, při kterých se vyrábí*. In: *Matematika–fyzika–informatika*, 4/2009, s. 218-227.
- [6] Dvořák L., Koudelková I., Gottwald V., Krása A., Molič J., Švec M. *Pár věcí z tábora...* Souhrnný sborník Veletrhu nápadů učitelů fyziky. <http://vnuf.cz/sbornik/prispevky/03-07-Dvorak.html>
- [7] Jerje T. *Experimenty za všechny prachy, nebo raději jen za dvacku*. Souhrnný sborník Veletrhu nápadů učitelů fyziky. <http://vnuf.cz/sbornik/prispevky/19-06-Jerje.html>