

Experimenty za všechny prachy, nebo raději jen za dvacku

TOMÁŠ JERJE

Základní škola Chrastava, Univerzita Hradec Králové

Abstrakt

Asi každý fyzikář ví, jak těžké je si do svého kabinetu fyziky pořídit novou pomůcku, případně demonstrační sadu. Toto tvrzení se stále opakuje, je sice pravdivé, ale stává se z něj již klišé. Pak učitel, který to myslí s fyzikou a žáky alespoň trochu dobře nezbyvá nic jiného, než se do výroby pomůcek pustit vlastními silami, porozhlédnout se po okolí a získat cit, že ne vše se musí vyhodit. V následujícím příspěvku bych rád ukázal, někdy spíše připomněl, jakými pokusy může učitel obohatit svou vyučovací hodinu.

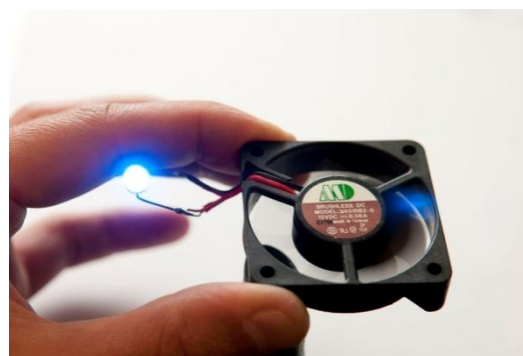
Větráček jako zdroj energie

Starý vyřazený větráček, který doposud sloužil jako aktivní chlazení, byl vyřazen z důvodu zvýšené hlučnosti, protože ložiska jsou již vyběhaná. Takto končí většina větráčků v odpadu, v lepším případě v elektroodpadu. Při tom může učitel a žákům ještě dlouhou dobu posloužit. V rámci výuky stejnosměrného proudu jako elektromotor, ale zároveň jako generátor stejnosměrného proudu.

Postup: Nejprve vyzkoušíme funkčnost ventilátoru tím, že ho připojíme na zdroj stejnosměrného napětí, ve většině případů nám bude postačovat plochá baterie 4,5V. Dále vyzkoušíme, jsme-li schopni ventilátor foukáním uvést do vyšších otáček. Pokud ano, ložiska jsou v takovém stavu, který nám umožní experimentovat. K vodičům připájíme LED diodu, nejlépe s nízkým příkonem (pozor na polaritu, jelikož LED dioda je polovodičová součástka, kterou protéká proud pouze v jednom, propustném, směru). Poté stáčí skrz lopatky ventilátoru foukat a sledovat, jak se LED dioda rozsvítí a její jas se bude měnit s rychlostí otáček lopatek ventilátoru, respektive s rychlostí procházejícího vzduchu.

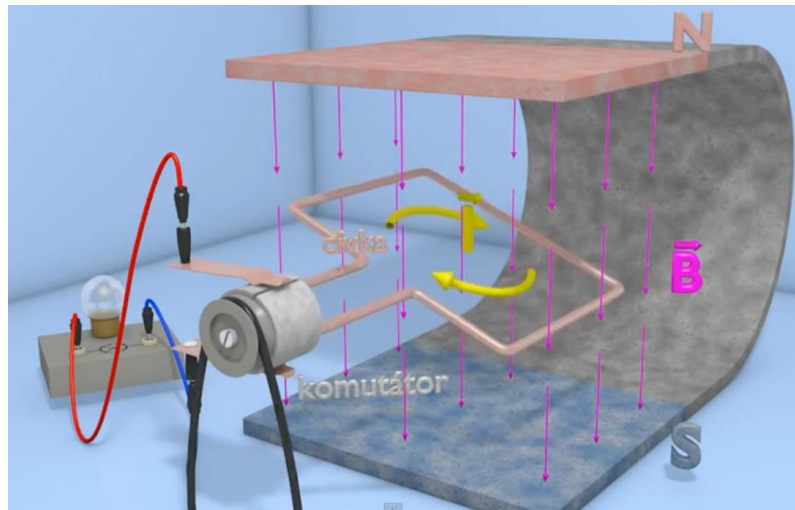


Obr. 1: LED připojená k ventilátoru



Obr. 2: Ventilátor jako zdroj el. energie

Vysvětlení: Dynamo je točivý elektrický stroj, který přeměňuje mechanickou energii z rotoru na elektrickou energii ve formě stejnosměrného elektrického proudu. Jedná se tedy o stejnosměrný elektrický generátor. Dynamo se skládá ze statoru tvořeného magnetem nebo elektromagnetem a rotoru s vinutím a komutátorem. Konstrukčně je tedy podobné stejnosměrnému elektromotoru používanému k opačnému účelu.



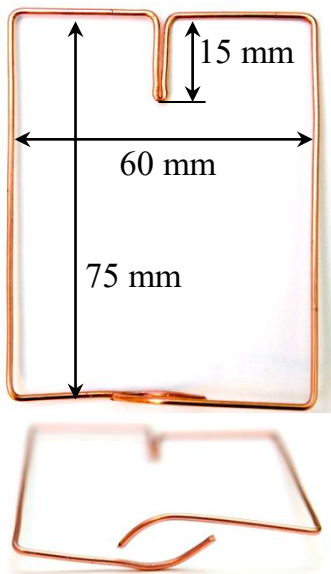
Obr. 3: Schéma dynama s permanentním magnetem [1]

Dynamo využívá principu elektromagnetické indukce. V případě, že je rovina pohybujícího se závitu cívky pootočená rovnoběžně na směr indukčních čar magnetu, protéká závitem maximální elektrický proud. Naopak žádný proud nepoteče v případě pootočení o 90 stupňů tedy, kdy je rovina závitu kolmá na směr indukčních čar. V tomto okamžiku dochází k přepólování komutátoru, který je tvořen dvěma od sebe izolovanými půlkroužky. Hodnota proudu se mění od nuly do maxima v průběhu jedné celé otáčky dvakrát.

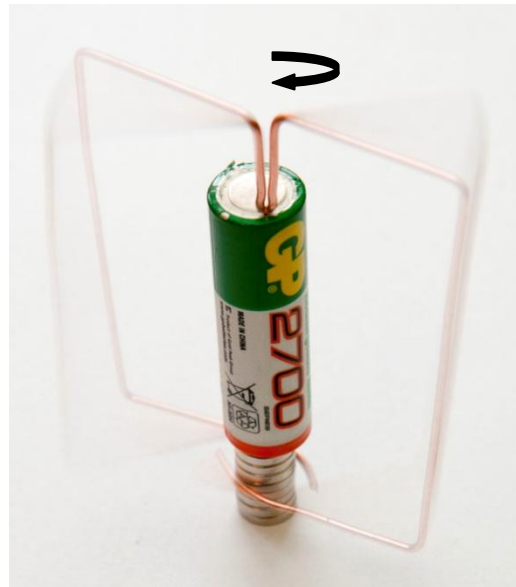
Stejnospměrný elektromotor – jednodušeji to už nejde

Jak se chová vodič v magnetickém poli je možno demonstrovat pomocí stejnosměrného elektrického motorku. Vynálezce tohoto efektního pokusu není nikdo jiný, než samotný Michael Faraday, chemik a fyzik britského původu.

Postup: K výrobě pomůcky budeme potřebovat měděný drátek průměru 1-1,5 mm asi 30 cm dlouhý, neodymový magnet a nejlépe tužkovou baterii AA. Dle obr. 4 ohneme měděný drátek. Na kladný pól tužkové baterie umístíme neodymový magnet. Závít cívky postavíme na záporný pól baterie tak, aby se spodní část, kterou tvoří komutátor, dotýkala pouze zlehka magnetu. Pokud by byl přítlak velký, vznikne mezi magnetem a komutátory velké tření a vzniklá síla by nebyla dostatečná k roztočení cívky. Chce to krátké experimentování, které se posléze náležitě vrátí.

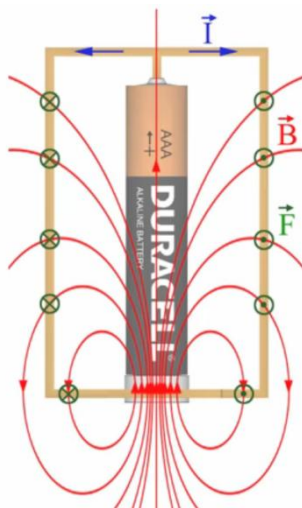


Obr. 4: Rozměry závitů cívk



Obr. 5: Sestavený elektromotor

Vysvětlení: Princip stejnosměrného motorku je založen na působení magnetického pole na vodič (cívku), kterým protéká elektrický proud. Využívá se toho, že povrchovou vrstvou neodýmového magnetu může procházet elektrický proud. Magnet zde tedy plní dvě funkce – vytváří magnetické pole s indukcí B a současně vodivě spojuje jeden pól monočlánu s druhým. Cívkou po umístění na baterii a při kontaktu komutátorů s magnetem začne procházet elektrický proud I (dle dohodnutého pravidla od kladného pólu k zápornému) obr. 6. Směr působící síly a otáčení závitů cívk určíme pomocí starého dobrého Flemingova pravidla levé ruky obr. 7. Výsledkem je rotace závitů cívk.



Obr. 6: Působící fyzikální veličiny [2]



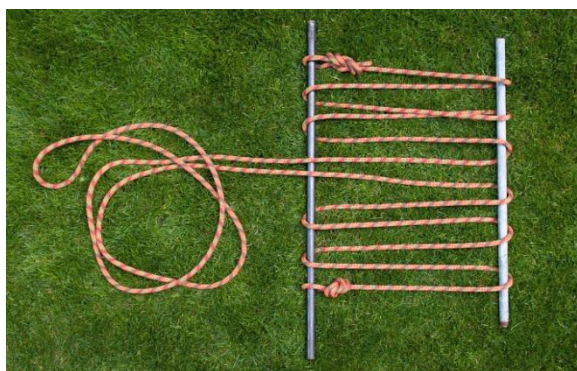
Obr. 7: Flemingovo pravidlo levé ruky

Kladkostroj

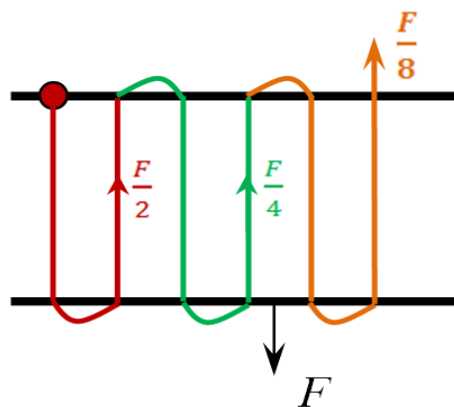
Jednoduché stroje je historie tisíce let stará. Již před více než 2000 lety vyzval syrský král Archiméda, aby ukázal, co jednoduché stroje dovedou. Řecký vědec vybudoval soustavu kladek a bez cizí pomoci vytáhl loď na břeh. Proto není divu, že člověk může vyhrát nad silou několika jedinců v přetahování, ale ne v ledajakém. Pro

experiment si bude potřeba vyrobit model soustavy volných kladek neboli kladkostroj.

Postup: Budeme potřebovat delší horolezecké lano (popřípadě tažné lano), dvě násady od košťat, ještě lépe dvě železné trubky nebo kulatiny asi 1 metr dlouhé. Každý konec lana pevně uvážeme na okraj trubky. Dle obr. 8 provlečeme lano, tím nám vznikne soustava pevných kladek. Poté stačí, aby se každý dobrovolník chytil jednoho konce trubky. Dvojice se snaží, aby se trubky dostaly od sebe. To se jim nevede, protože stačí relativně malá síla na volném konci lana, která dvojice nenechá vyhrát, a po chvíli jsou přitaženy k sobě.



Obr. 8: Uspořádání lana mezi trubkami



Obr. 9: Rozložení sil mezi trubkami

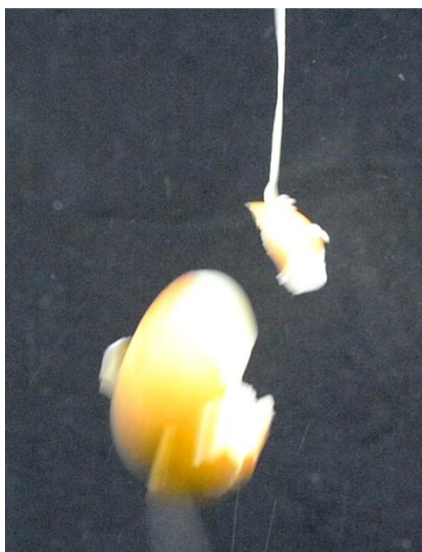
Vysvětlení: Z obrázku je patrné, že se jedná o dvojici soustav volných kladek. Dvojice je z důvodu, aby byly trubky při přibližování pokud možno „rovnoběžné“. Změřme se tedy pouze na jednu soustavu volných kladek. Z obrázku 9 je patrné, jak jednotlivé síly působí na lano mezi trubkami. Uvažujeme ovšem model, kde zanedbáváme tření mezi lanem a trubkami. Ve skutečnosti je tření velké a právě proto je horolezecké lano ideálním řešením společně s vyleštěným povrchem trubek. Při zanedbání tření bude síla, která je potřebná k přiblížení obou trubek, rovna jedné osmičně tažné síly.

Pascalův zákon a vejce

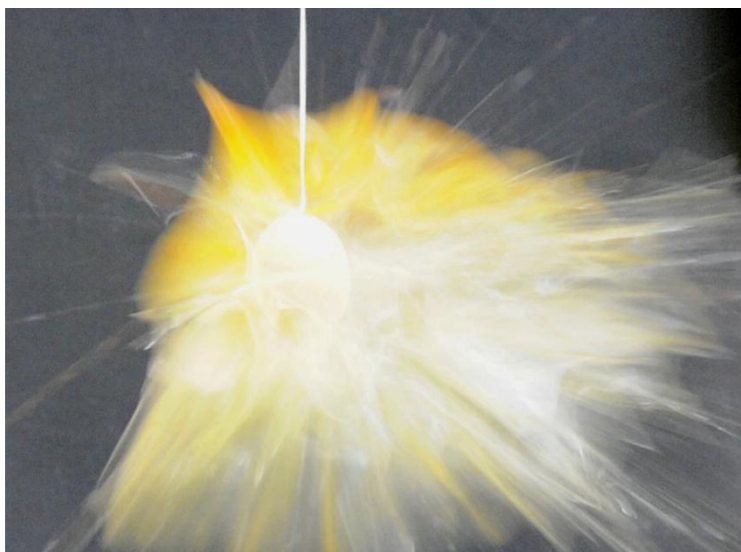
Pascalův zákon se dá demonstrovat několika způsoby, nejčastěji známe pokus s PET lahví, ve které jsou otvory, ze kterých začne po dostatečném stlačení láhve tryskat voda rovnoměrně ze všech děr. Popíšme si ale efektnější a adrenalinovější pokus, který demonstruje platnost Pascalova zákona v kapalinách, který se dá provést tak, že na něj žáci jen tak nezapomenou (ověřeno praxí).

Postup: S trochou opatrností se dá provést i ve třídě, ale lépe je ho realizovat venku na vhodném a bezpečném místě. Budeme potřebovat syrové a uvařené vejce na tvrdo. K oběma vejcím připevníme tavnou pistolí dostatečně dlouhý provázek tak, abychom mohli vejce zavěsit (nejlépe na strom). Vzduchovou pistolí (vzduchovkou) se vši opatrností vystřelíme diabolku nejprve do vařeného a poté do nevařeného vejce. Pozorujeme, jak se od sebe lišily okamžiky, kdy diabolka zasáhla vařené a kdy syrové vejce. Učitel musí mít neustále na paměti, že se diabolka může po průstřelu vejcem odrazit

od zdi, země zpět k pozorovatelům. To lze zamezit lapačem za vejcem, kartonem z krabice případně střílet venku proti svahu.



Obr. 10: Vařené vejce



Obr. 11: Syrové vejce

Vysvětlení: Při střelbě proti vařenému vejci dojde k jeho průstřelu, tlak vyvolaný diabolkou je pouze lokální v místě průchodu diabolky. Vejce se rozdělí na dvě velké části. Tím se dá ukázat, že vlivem krystalové struktury pevných látek nedochází k přenosu tlaku jako v kapalinách a plynech. Jiný případ nastane při výstřelu na nevařené vejce. Tlak vyvolaný pronikající diabolkou se šíří kapalným obsahem uvnitř vajíčka a působí na celou plochu skořápky vejce. Stejným tlakem tlak je natolik velký, že dojde k explozi celého vajíčka všemi směry. Můžeme si i všimnout, že obsah vajíčka se šíří kolmo na původní povrch skořápky. Pascalův zákon je potvrzen.

Abstrakt příspěvku do sborníku

Příspěvek popisuje zajímavé fyzikální pokusy, kdy náklady na jejich realizaci jsou minimální a nepřesahují částku 20 korun. Zároveň klade důraz na jednoduchost, názornost a poutavost těchto pokusů. Součástí příspěvku jsou návody pro žáky a učitele na jejich realizaci a objasnění jejich fyzikálního principu.

Klíčová slova: elektromotor, stejnosměrný proud, dynamo, kladka, Pascalův zákon

[1] Generátor stejnosměrného proudu (dynamo). In: *Youtube* [online]. 18. 08. 2014 [vid. 2012-01-10]. Kanál uživatele CyrArt cz. Dostupné z: <https://www.youtube.com/watch?v=DSVBoV14QBw#!>

[2] How to make a Homopolar motor. In: *Youtube* [online]. 15. 08. 2014 [vid. 2013-03-14]. Kanál uživatele BeforeAndAfterTV. Dostupné z: <https://www.youtube.com/watch?v=xbCN3EnYfWU>