

FYZIKA

Phun a simulace ve fyzice

JAROSLAV KOREŠ – JIŘÍ STRAKA

Gymnázium olympijských nadějí, České Budějovice

SOŠ veterinární, mechanizační a zahradnická a Jazyková škola s právem státní jazykové zkoušky, České Budějovice

Oblíbenost fyziky mezi žáky a studenty klesá, patří mezi nejméně oblíbené předměty. Typickým argumentem žáků je, že fyzika je příliš obtížná a přitom nepraktická. Největší překážkou je pro ně především její matematický aparát. To je zřejmě hlavní důvod její neoblíbenosti.

Přiblížit žákům fyziku můžeme pomocí experimentů, ať už frontálních, myšlenkových nebo žákovských. K tomu je však potřeba mít patřičné vybavení, což je na některých školách problém. Pomůcky není možné zapůjčovat žákům domů, některé experimenty nelze v rámci školního vybavení realizovat (např. pokusy s nulovými odporovými silami či bez vlivu gravitace), nebo lze těžko měnit parametry a pozorovat výsledky. Tyto problémy můžeme částečně řešit pomocí nástrojů, které nám nabízejí informační technologie (ICT). Možnosti ICT při výuce jsou široké – od výukových programů k fyzikálním simulacím, napsaných např. v jazyce Java nebo Macromedia Flash. Přitom se učitel může spokojit s již vytvořenými simulacemi – dobrý český rozcestník je na kabinet.fyzika.net – nebo si vytvářet simulace vlastní. Ve druhém případě potřebuje ovšem znalosti programování v příslušném programovacím jazyce. S omezeními v oblasti ovládání výukových počítačových aplikací je však třeba počítat především u žáků.

Mnohé tyto nedostatky může překonat simulační program Phun [1]. Aplikace byla vyvinuta v rámci diplomové práce Emila Ernerfeldta na Katedře výpočetní techniky a informatiky Umeå University. Phun je podle autora „fyzikální pískoviště“, tedy místo na hraní, ve kterém však platí předdefinované fyzikální zákony. Jde tedy o program, simulující fyzikální prostředí. Fyzikální simulace jsou realizovány v kresleném 2D prostředí.

I když byl Phun vytvořen pro vědecké centrum Umevatoriet univerzity v Umeå, našel si na internetu cestu k mnohem širšímu publiku. V průběhu jeho vývoje přešel autor ke společnosti Algoryx, která uvolnila komerční verzi Phunu – Algodoo [2]. Největším vylepšením v této verzi je práce se světelnými paprsky.

Program Phun je pro nekomerční použití zdarma a podle autora bude stejně licencován i v budoucnosti. Lze jej využívat jak na platformě MS Windows, tak i na Linuxu a MacOS. Díky freeware licenci je možné program volně využívat na školách.

Ovládání je uživatelsky velmi přívětivé, k tvorbě simulací není nutné využívat matematický aparát. To sice pro učitele představuje částečné omezení, zato pro mnohé studenty to jistě bude výrazný klad – největším problémem ve fyzice bývá právě matematika. Můžeme tak žákům fyziku přiblížit, aniž bychom je (alespoň zpočátku) odrazovali vzorci a výpočty. Phun sice funguje na základě matematicky formulovaných fyzikálních zákonů, ale při práci s ním není nutné tyto zákony znát. Naopak, vhodnou volbou úloh lze tyto zákony a pravidla z průběhu simulací odvodit – žáci sami dojdou k jejich formulaci. Toto „objevování“ bude pro ně přínosnější, než pouhé opisování vzorců z tabule.

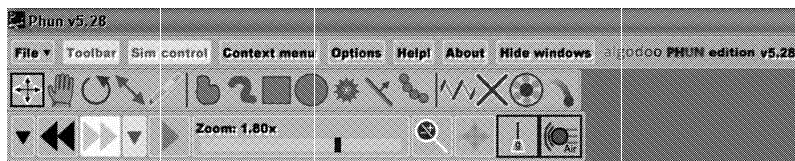
Možností využití Phunu ve výuce je opravdu mnoho, záleží pouze na fantazii vyučujícího. Inspiraci lze nalézt i v běžných pokusech popsanych v učebnicích fyziky či v publikaci [3]. Phun samozřejmě není náhrada za klasické frontální pokusy, hlavně z oblasti mechaniky, jeho velkou výhodou oproti školním pokusům však je, že na tvorbě simulací se mohou aktivně podílet i žáci. K tomu nepotřebují žádné zvláštní vybavení, vystačí si s počítačem, což je pro ně častěji využívaná pomůcka než např. učebnice. I pro vyučující je výhodou, že mohou předvést simulaci pokusu, ke kterému nemají ve škole potřebné pomůcky. Phun lze rovněž výhodně kombinovat s interaktivní tabulí.

Nejnovější verze Phunu s označením 5.28 má oproti předchozím verzím vylepšené nástroje pro tvorby objektů včetně možnosti vkládat do objektů textury. Tyto nástroje výrazně zlepšují grafickou podobu simulací. Součástí Phunu je česká lokalizace ovšem bez diakritiky.

Celé prostředí je velice intuitivní, jeho ovládání podle mých zkušeností nedělá studentům žádný problém. Na panelu nástrojů (obr. 1) jsou nástroje na kreslení základních objektů a na změnu jejich velikosti.

Každá simulace začíná tvorbou objektů, kterým můžeme přiřadit určité fyzikální vlastnosti. Takovými objekty jsou: čára, obdélník, polygon

(obecný tvar), kruh, ozubené kolo, rovina, řetěz. Objekty lze pomocí pružin spojovat, pevně připevnit k jinému objektu nebo k pozadí, vložit pant (čep) či motor a připojit k nim popisovač, který zobrazí trajektorii jejich pohybu. Barva nakresleného objektu je zvolena náhodně, ale můžeme ji změnit nebo objekt vyplnit libovolnou texturou.



Obr. 1

Vytvořené objekty – tělesa můžeme posouvat, otáčet, působit na ně silou, měnit rozměry a řezat. U každého tělesa můžeme nastavit parametry *pružnost*, *tření*, *hustota*, *hmotnost*, nebo mu dát vlastnosti přednastavených materiálů. Protože Phun je pouze 2D simulátor, je hustota hmotnosti plošná ($\text{kg} \cdot \text{m}^{-2}$). U každého tělesa lze zobrazit box s informacemi o tělese (hmotnost a plocha tělesa, rychlost ve směru os x a y , potenciální energie).

Po spuštění simulace se tělesa pohybují v souladu s působícími silami. Tento pohyb můžeme interaktivně ovládat klávesnicí, z klávesnice je možné nastavit i velikost zrychlení. Takto můžeme simulovat působení dalších sil. Každou akci lze vrátit a ukázat vliv změny parametrů na její průběh.

Phun umí pracovat i s kapalinou – libovolné těleso lze transformovat na kapalně těleso, zvýší se však zátěž procesoru a na pomalejších PC se může simulace zpomalit. To lze vyřešit volbou položky *Jednoduché zobrazení vody* v nabídce *Nastavení*. I když je v Phunu tekutina nazvána vodou a má její hustotu, lze tyto parametry pomocí konzole měnit.

Zajímavá je také možnost *Sledovat objekt* – zvolíme vztažnou soustavu. Toho můžeme využít při řešení klasické úlohy se ve které rychlejší automobil dohání pomalejší. Ať už jako vztažnou soustavu vybereme podložku, první či druhé těleso, budeme vždy pozorovat stejný výsledek – tělesa se střetnou ve stejný okamžik. Tak můžeme demonstrovat jak princip relativity, tak i to, že volbou vhodné vztažné soustavy lze úlohu o době střetu zjednodušit (na příklad tak můžeme nahlížet ze vztažné soustavy rychlejšího auta – pozorovatel v této soustavě vidí, že pomalejší auto se k němu přibližuje rychlostí, rovnou rozdílu rychlostí obou automobilů).

Simulaci lze zidealizovat vypnutím odporu vzduchu a tření. Možnost zrušit všechny ztráty je výhodná při simulaci činnosti perpetua mobile. V prostředí Phunu lze vytvořit ideální podmínky a demonstrovat, že takový stroj se sice bude sám od sebe stále pohybovat, ale pokud budeme chtít odebírat práci, zastaví se. Na obr. 2 a 3 jsou ukázky dvou modelů perpetua mobile, které byly vytvořeny programem Phun.

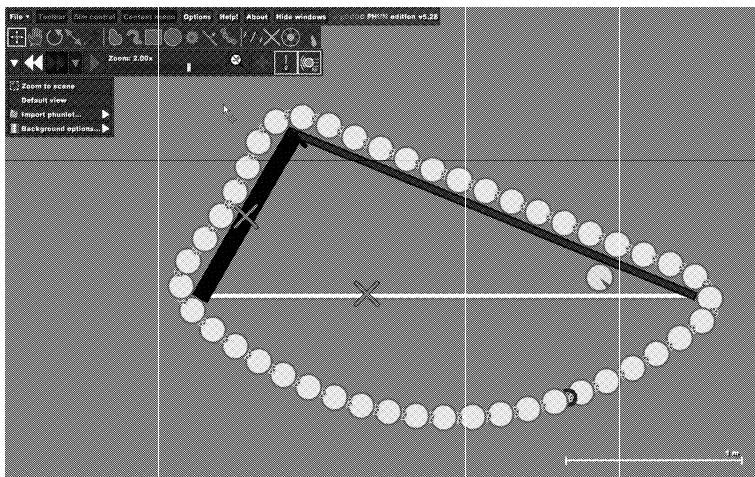
Z dalších užitečných nástrojů Phunu jmenujme možnosti zapnout/vypnout, popřípadě změnit gravitační pole, podobně nastavit či vypnout odpor a vztakovou sílu vzduchu. Konkrétní parametry se nastavují v položkách *Gravitace* a *Vzduch* v menu *Nastavení*.

Odpor vzduchu se především uplatní při demonstraci pohybů v tíhovém poli. Vliv vztakové síly vzduchu lze ilustrovat např. při řešení klasické hádanky: „Co je těžší, 1 kg peří, nebo 1 kg železa?“ Žáci samozřejmě odpovědí, že obojí je stejně těžké, my ale můžeme ukázat, že správná odpověď závisí na přítomnosti či nepřítomnosti vzduchu, resp. s ním spojené vztakové síly. Pokud vytvoříme jednoduché váhy, které budou vyváženy dvěma stejně těžkými tělesy s různou hustotou (resp. objemem), bude po vypnutí/zapnutí vzduchu tato rovnováha narušena.

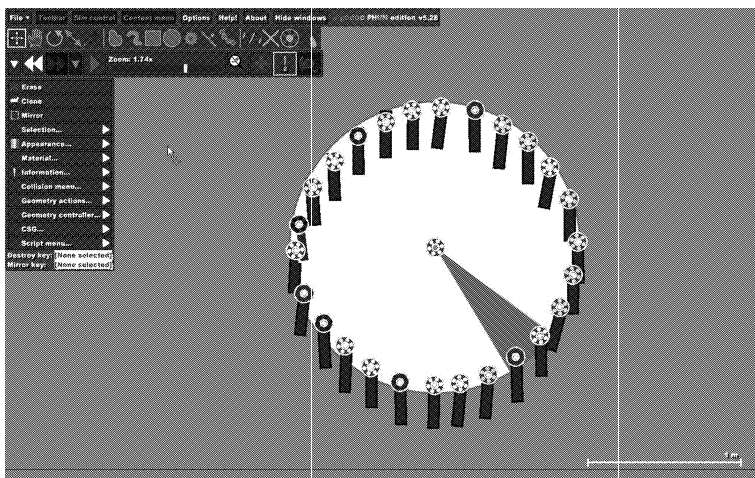
Vypnutí gravitace je užitečné při demonstraci pohybu částic v látkách – např. při Brownově pohybu či difúzi. Vytvoříme-li nádobu a do ní vložíme několik částic (koulí), bude bez vypnutí gravitace průběh simulace nepříznivě ovlivňován tíhou částic (spadnou na dno nádoby).

Při simulaci tepelného pohybu molekul ideálního plynu můžeme pro zjednodušení jeho molekuly nahradit dokonale pružnými koulemi. I stěny nádoby vytvoříme dokonale pružné, tím zabráníme výměně energie mezi molekulami a stěnami nádoby. Po spuštění simulace budou molekuly v klidu, stačí však jednu molekulu rozpohybovat (čím větší rychlostí, tím lépe) a poté sledovat, jak se vzájemnými srážkami postupně uvádějí do chaotického pohybu i ostatní molekuly. Přidáním popisovače k vybrané molekule znázorníme její trajektorii. Necháme-li jednu část nádoby volně pohyblivou, můžeme znázornit fluktuace tlaku plynu. Vložením dvou typů molekul lze simulovat difúzi, zmenšováním objemu nádoby lze simulovat zvyšování tlaku atd. atd.

Prostřednictvím Phunu mohou žáci svou práci často brát jako hru, při níž je učení zdánlivě v pozadí. Mají možnost porovnat své odhady a předpoklady s výsledky simulací, uvidí, jak průběh dějů ovlivní změny parametrů.



Obr. 2



Obr. 3

Jako příklad uvedme úlohu: „Bude se pohybovat loď, když na ní připevníme mohutný větrák a budeme jím foukat do plachet?“ Slovní vysvětlení

založené na zákonu zachování hybnosti nemusí být pro všechny žáky dostačující, vytvořit model situace lze v Phunu rychle:

1. Vytvoříme podlahu. Loď nahradíme obdélníkem, pro lepší výsledek nastavíme tření na nulu.
2. Místo větráku budeme střílet kouli – pomocí pružin vytvoříme odpalovací zařízení.
3. Plachtu nahradíme obdélníkem připevněným k „lodi“.
4. Vystřelíme a ... můžeme debatovat
5. Pro zajímavost vrátíme simulaci na začátek a plachtu umístíme mimo loď.

V prvním případě uvidíme, že loď se bezprostředně po výstřelu pohybuje opačným směrem než koule, ale jen do doby zachycení koule plachtou. Po odrazu koule se loď bude vracet. Jestli nastavíme pružnost koule a lodě na jednotku, dostaneme periodicky se opakující kmitání lodě a koule. Jinak budeme pozorovat tlumené kmity. Pokud nastavíme pružnost koule na nulu, budeme pozorovat, co se stane, pokud se koule přilepí na plachtu.

Po odstranění plachty uvidíme, jak loď „odplouvá“. Změnou hmotnosti lodě a střely ovlivníme jejich rychlosti.

Takovou simulaci zvládne vyučující snadno při výuce, je dokonce možné zadat ji jako problémovou úlohu žákům. Ti si mohou dát práci s pečlivějším vykreslením lodě, mohou vytvořit lepší „větrák“. Jako domácí úloha bude pro některé žáky atraktivnější než pouhý teoretický rozbor. Při předvádění řešení úlohy pak teoretický rozbor úlohy mohou provést sami žáci.

O stále rostoucí oblíbenosti Phunu svědčí jak velmi aktivní diskuzní fórum [4] (anglicky), tak i samostatný kanál na YouTube [5]. Tam se zájemci o tento program mohou inspirovat ohledně jeho dalších možností simulací. Databázi volně dostupných simulací lze nalézt na Phunboxu [6]. Domovská stránka společnosti Algoryx, zastřešující vývoj Phunu a jeho komerční verze Algodoo, je na adrese [7].

O předpokládaném budoucím vývoji Phunu – Algodoo vypovídá video [8]. Z nejzajímavějších nástrojů uvedu alespoň podporu optiky – odraz, lom, disperze světla. Inspirativní je i využití přenosných počítačů Intel Classmate s touchpadem, u nichž Algodoo podporuje i převod vyfotografovaných objektů do simulací.

Všechny popisované úlohy jsou dostupné k prohlédnutí i ke stažení na webu autora [9]

Literatura

- [1] <http://www.phunland.com/>
- [2] <http://www.algoryx.se/algodoo>
- [3] *Svoboda E., Houdek V., Svoboda M.: Pokusy z fyziky na střední škole 1.* Prometheus, Praha 2004.
- [4] <http://www.phunland.com/forum/index.php>
- [5] <http://www.youtube.com/group/phun>
- [6] <http://phunland.com/phunbox>
- [7] <http://www.algoryx.se/>
- [8] <http://www.youtube.com/watch?v=qa9xn-xYQQk>
- [9] <http://www.goncb.cz/fyzika/Texty/phun-a-simulace-ve-fyzice.ht ml>

Dvoje laboratorní práce z fyziky, při kterých se vyrábí

VOJTĚCH ŽÁK

Matematicko-fyzikální fakulta UK, Praha

Úvod

Součástí výuky fyziky na základních a středních školách bývají i hodiny věnované laboratorním pracím. Tradičně jsou tyto hodiny určeny zejména fyzikálnímu měření. Domníváme se, že by část laboratorních prací mohla být využita také k sestrojování jednoduchých zařízení, při jejichž činnosti by se žáci a žákyně mohli přesvědčit o fungování základních fyzikálních zákonů a principů. Žákyně a žáci by tedy neprováděli fyzikální měření, ale přemýšleli by nad principem, jak jimi sestrojené zařízení funguje, a snažili by se podat odpovídající vysvětlení. Navíc by si procvičili manuální zručnost. Právě rozvoj manuální zručnosti je vhodným doplňkem k běžným cílům výuky, zejména pro žáky a žákyně škol, které nejsou prakticky orientovány (patří sem např. gymnázia).

Hodiny fyziky, kde by se vyrábělo, by mohly být pro žáky a žákyně atraktivní. Uvedme zde výsledky výzkumu, který provedla Katedra didaktiky fyziky MFF UK v roce 2007 na reprezentativním vzorku více než 4000 žáků a žákyň ZŠ a SŠ z celé České republiky. (Více o výzkumu viz [1]).

Chlapci ze základních škol a nižšího stupně víceletých gymnázií považují *sestrojování jednoduchých zařízení, hraček apod.* za třetí nejoblíbenější činnost, kterou by rádi při fyzice dělali. Lépe se mezi 15 nabídnutými činnostmi umístily jen *dělání pokusů vlastníma rukama a využívání počítačů k měření a zpracování dat*. Dívky ze základních škol a nižšího stupně gymnázií upřednostnily před *sestrojováním jednoduchých zařízení, hraček apod.* sice 5 dalších činností – *dělání pokusů vlastníma rukama; sledování pokusů, které dělá učitel/učitelka; samostatné objevování; využívání počítačů k měření a zpracování dat a dělání laboratorních prací* – ale i tak se tato činnost řadí k těm oblíbenějším.

Na vyšším stupni víceletých gymnázií, čtyřletých gymnáziích a středních odborných školách hodnotily dívky *sestrojování jednoduchých zařízení, hraček apod.* jako šestou nejoblíbenější činnost z 16 nabídnutých. Lépe se umístily *dělání pokusů vlastníma rukama; chození na exkurze a přednášky odborníků; získání lepšího odhadu vzdálenosti, času apod.; sledování pokusů, které dělá učitel/ka a využívání počítačů při zpracování dat*. Chlapci hodnotili oblíbenost podobně jako dívky a *sestrojování jednoduchých zařízení, hraček apod.* umístili na páté místo za *využívání počítačů při zpracování dat; dělání pokusů vlastníma rukama; využívání počítačů k měření a chození na exkurze a přednášky odborníků*.

Je tedy vidět, že žákyně a žáci považují **sestrojování jednoduchých zařízení, hraček apod.** za relativně oblíbenou činnost. Navíc v navržených laboratorních pracích budou žáci a žákyně experimentovat, což je podle výše uvedeného výzkumu ještě oblíbenější činnost. Můžeme se tedy domnívat, že sestrojování a experimentování mají potenciál zaujmout žáky i žákyně.

V článku jsou uvedeny a diskutovány dva náměty pro laboratorní práce, při nichž žáci a žákyně vyrábí jednoduchá zařízení (mohli bychom říct „hračky“). Tyto náměty jsou převzaté od jiných autorů – Věry Bdinkové [2] a Martina Belluše [3] – a jsou rozpracovány do takové obsahové a formální podoby, jak byly vyzkoušeny a jak se osvědčily při výuce, zejména na gymnáziu. Aby byly náměty učitelům co nejjednodušeji k dispozici, jsou hlavní částí následujících stránek vzorové protokoly z příslušných laboratorních prací.

Výroba a zkoumání mechanické housenky

V laboratorních pracích zaměřených na mechaniku se často používají jen jednoduchá, neatraktivní tělesa – např. ocelové válečky při měření po-

suvným měřidlem, dřevěné kvádry při měření součinitele smykového tření apod. Domníváme se proto, že by mohli učitelky a učitelé uvítat jeden námět na praktické práce, při kterých si žákyně a žáci sami sestrojí zařízení – hračku, na jejímž základě si mohou zopakovat souvislost mechanické práce, kinetické a potenciální energie (v tomto případě potenciální energie pružnosti).

Tyto laboratorní práce byly vyzkoušeny v prvním ročníku čtyřletého gymnázia (15 až 16 let) a na kroužku fyziky pro žáky základních a středních škol, který pořádá Katedra didaktiky fyziky Matematicko-fyzikální fakulty Univerzity Karlovy v Praze (více [4]).

Cíle, úkoly, postup práce atd. jsou patrné z vyplněného protokolu z laboratorních prací. *Kurzívou* je napsáno to, co očekáváme, že *napíšíou žákyně a žáci*, ostatní text doporučujeme dát žákům a žákyním předtištěn v pracovním listě (protokolu). Protokoly můžeme modifikovat a použít při vlastních laboratorních pracích.

Protokol (pracovní listy)

LABORATORNÍ PRÁCE Z FYZIKY LP č.: 1 Název: Výroba a zkoumání mechanické housenky Vypracoval/a: <i>Marek Šulista</i> Spolupracovnice/-ík: <i>Radka Trchová</i> Datum měření: <i>24. 3. 2008</i>
Připomínky: Ukázkově zpracovaný protokol!
Hodnocení: Výborně

Pracovní úkoly:

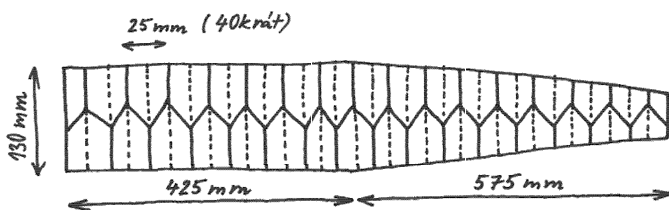
1. Vyrobté mechanickou housenku podle návodu.
2. Vysvětlíte, proč se mechanická housenka pohybuje, a to na základě přeměn různých druhů mechanické energie a práce.

Pomůcky:

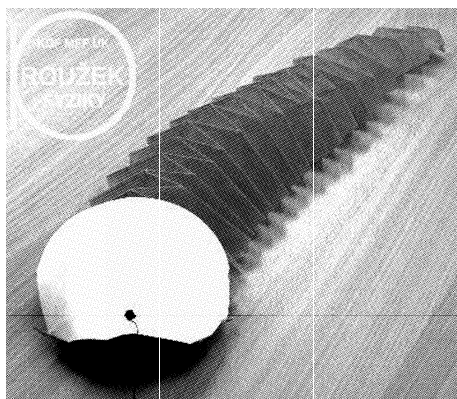
tvrdší papír (např. čtvrtka), papír na pečení (délky asi 1 metr), plastová trubka (průměr asi 25 mm, délka asi 55 mm), velká kancelářská svorka (hliníková), 3 gumičky (1 užší a kratší, 2 širší a delší), rezná nit (asi 1,5 m), izolepa, lepidlo na papír, tužka, pravítko, nůžky

Postup výroby:

Tělo housenky vyrobíme z papíru na pečení, na který nakreslíme tvar (protáhlý obdélník a na něj navazující rovnoramenný lichoběžník) podle obr. 1. Dále nakreslíme plné a přerušované čáry, podle kterých se bude tělo skládat. Plná čára znamená ohýbání nahoru a přerušovaná čára ohyb dolů. Můžeme postupovat tak, že nejdříve poskládáme tělo do tvaru „harmoniky“ a potom teprve ohýbáme nahoru nebo dolů. Výsledek skládání je vidět na obr. 2.

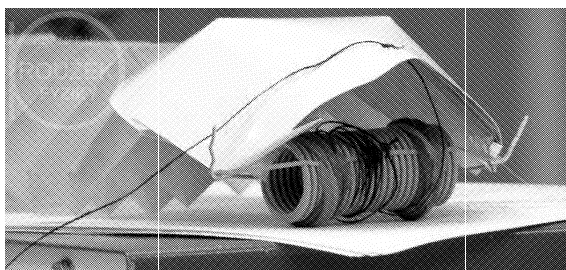


Obr. 1 Skládání těla housenky

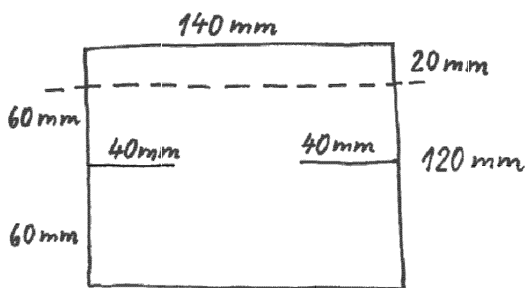


Obr. 2 Celkový pohled na housenku

Hlavu housenky (obr. 3) vyrobíme podle obr. 4. Z tvrdšího papíru (např. čtvrtky nebo papírových desek) vystříháme obdélník o rozměrech asi 140 mm × 120 mm. V polovině obou stran o délce 120 mm uděláme (nůžkami) zářezy o délce asi 40 mm. Podél strany o délce 140 mm ve vzdálenosti asi 20 mm od okraje nalepíme pomocí izolepy do úsečky rozevřenou velkou kancelářskou svorku. Ta by měla přecházet na každé straně o alespoň 5 mm. Tyto přesahující konce ohneme na druhou stranu papíru (viz obr. 4). Na stejnou stranu papíru jako je nalepena kancelářská svorka přilepíme širší konec těla housenky – ale do dolní části obdélníka. Po zaschnutí lepidla ohneme pomocí kancelářské svorky papírový obdélník do oblouku a v obou zářezech ho překřížíme a slepíme izolepou. Hlavu můžeme dále dotvarovat podle své fantazie.



Obr. 3 Hlava housenky a poháněcí mechanismus



Obr. 4 Výroba hlavy housenky

Poháněcí mechanismus (viz obr. 3) sestavíme z trubky o průměru asi 25 mm a délce asi 55 mm. Podélně na trubku natáhneme kratší užíš gumičku a přes ni (u okrajů trubky) omotáme širší a delší gumičky, které

budou sloužit jako kolečka. Dále ustříhneme asi 1,5 m rezné nitě a jeden její konec připevníme doprostřed trubičky a namotáme ji. Poháněcí mechanismus dáme dovnitř hlavy tak, že na koncích kratší užší gumičky vytvoříme očka, do nichž navlečeme konce svorky. Do hlavy uděláme díрку a reznou nit jí vytáhneme na vnější stranu (nahoru).

Zatáhneme-li rychle za volný konec niti směrem nahoru a budeme-li nit pomalu uvolňovat, housenka poleze dopředu.

Vysvětlení principu pohybu housenky

Táhneme-li za nit, působíme silou po dráze a konáme tedy mechanickou práci. V této fázi se trubka poháněcího mechanismu otáčí a trubka má nenulovou kinetickou energii. Protože se ale zároveň zamotává podélná gumička kolem konců svorky, přeměňuje se průběžné kinetická energie otáčivého pohybu trubky na potenciální energii pružnosti gumičky. Uvolníme-li nit, začne se trubka otáčet na druhou stranu než při zamotávání gumičky. Gumička se rozmotává, ztrácí potenciální energii pružnosti a trubka i celá housenka jako celek získává kinetickou energii. Housenka leze dopředu.

Závěr

Vyrobili jsme mechanickou housenku podle návodu. Její výroba byla docela náročná, zvláště skládání. Na housence se dá dobře ukázat, jak se přeměňuje kinetická energie na potenciální energii pružnosti a opačně a jak to souvisí s prací. Hotová housenka by mohla být hračka pro děti.

Poznámky

Poznámka k „Pomůckám“

Jako trubku je možné použít vcelku libovolnou plastovou vroubkovanou trubku, která je k dostání v obchodech s domácími a zahradními potřebami.

Poznámka k „Postupu výroby“

Zkušenost ukazuje, že z celého procesu výroby housenky je pro žáky a žákyne nejobtížnější skládání těla z papíru na pečení. Je proto dobré, aby si učitel(ka) dopředu skládání vyzkoušel(a) a ještě lépe, aby si vyzkoušel(a) výrobu celé housenky a měl(a) ji k dispozici na ukázkou.

Výroba a zkoumání činnosti jednoduchého elektromotorku

Laboratorní práce zaměřené na elektřinu a magnetismus se často soustřeďují na zapojování různých elektrických obvodů. Domníváme se, že by

mohli učitelé a učitelky uvítat jeden námět na praktické práce, při kterých si žákyně a žáci sami sestrojí zařízení, při jehož činnosti se uplatňují zákony elektřiny a magnetismu – elektromotorek.

Tyto laboratorní práce byly vyzkoušeny v několika třídách gymnázia, zejména sextánů z osmiletého gymnázia (16 až 17 let). Cíle, úkoly, postup práce atd. jsou opět patrné z vyplněného protokolu z laboratorních prací. *Kurzívou* je napsáno to, co očekáváme, že *napišou žákyně a žáci*, ostatní text doporučujeme (tak jako v předchozím případě) dát žákům a žákyním předtištěn v pracovním listě (protokolu). Protokoly můžeme modifikovat a použít při vlastních laboratorních pracích.

Protokol (pracovní listy)

LABORATORNÍ PRÁCE Z FYZIKY LP č.: 2 Název: Výroba a zkoumání jednoduchého elektromotorku Vypracoval/a: <i>Jan Wintř</i> Spolupracovnice/-ík: <i>Zdeněk Ryšánek</i> Datum měření: <i>22. 2. 2008</i> Připomínky: Pěkně zpracovaný protokol! Hodnocení: Výborně

Pracovní úkoly

1. Vyrobté jednoduchý elektromotorek podle návodu.
2. Nakreslete schematicky obdélníkový závit cívky v homogenním magnetickém poli
 - a) z boku,
 - b) zepředua na základě obrázků vysvětlete, proč se cívka elektromotorku otáčí.

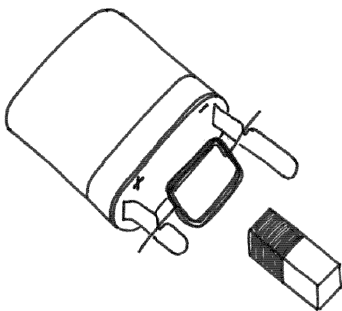
3. Diskutujte, co se děje, když vzdalujeme nebo přibližujeme magnet. Vysvětlete.
4. Diskutujte, proč bylo třeba odstranit izolaci drátů jen částečně.

Pomůcky:

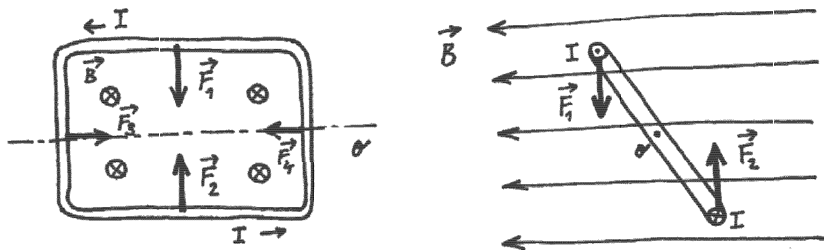
plochá baterie (4,5 V), permanentní magnet, izolovaný drát (průměr např. 0,3 mm, délka asi 30 cm), smirkový papír, tvrdší papír jako podložka, nůžky na plech (nebo kancelářské nůžky, u kterých nevadí, že je ztupíme)

Postup výroby a uvedení do chodu:

Z drátu vyrobíme přibližně obdélníkovou cívku např. tak, že drát namotáme na ukazováček a prostředníček. Z konců cívky vytvoříme samonosnou osu. Jeden konec osy odizolujeme pomocí smirkového papíru ze všech stran, z druhého konce cívky odstraníme izolaci jen z jedné strany. Póly ploché baterie upravíme podle obr. 5 tak, aby tvořily ložiska pro osu. Do blízkosti cívky položíme magnet. Pokud se cívka nedá hned do pohybu, postrčíme ji prstem, popř. zkontrolujeme, zda je dostatečně symetrická.



Obr. 5 Jednoduchý elektromotorek



Obr. 6 Závit cívky v magnetickém poli: a) pohled zepředu, b) pohled z boku

Vysvětlení principu činnosti:

Na přímé vodiče s proudem I působí v homogenním magnetickém poli s magnetickou indukcí $\vec{B}$ magnetická síla o velikosti $F_m = BIl \sin \alpha$, kde l je délka vodiče v magnetickém poli a α je úhel mezi vodičem a $\vec{B}$. Směr $\vec{F}_m$ určíme Flemingovým pravidlem levé ruky.

Na závit cívky elektromotorku působí magnetické síly $\vec{F}_1, \vec{F}_2, \vec{F}_3$ a $\vec{F}_4$ (obr. 6a). Síly $\vec{F}_3$ a $\vec{F}_4$ leží v jedné přímce (ose otáčení), takže nemají na závit otáčivý účinek. Síly $\vec{F}_1$ a $\vec{F}_2$ obecně neleží v jedné přímce (obr. 6b) a vytvářejí dvojici sil s otáčivým účinkem, takže cívku roztáčejí.

Diskuze:

Když vzdalujeme magnet, klesá frekvence otáčení, protože je cívka v magnetickém poli v místě s menší indukcí $\vec{B}$ (slabší pole). Při přiblížování magnetu je tomu naopak.

Kdyby byla izolace z drátu odstraněna na obou koncích cívky úplně, síly $\vec{F}_1$ a $\vec{F}_2$ by v jisté fázi dalšímu otáčení cívky bránily. Na obr. 6b by tomu odpovídala situace, kdy se dolní část cívky, na kterou působí $\vec{F}_2$, dostala do horní úvratě. Je-li ale izolace na jednom konci odstraněna jen částečně, ztratí cívka v jisté fázi kontakt, přestane téct proud, nepůsobí tedy magnetické síly a cívka se otáčí jen setrvačností až do okamžiku, kdy se kontakt obnoví. Pak se vše opakuje.

Závěr:

Vyrobili jsme jednoduchý elektromotorek podle návodu. Situaci jsme schematicky nakreslili a na základě obrázků vysvětlili, jak elektromotorek pracuje. Sestrojit elektromotorek nebylo moc složité, ale pro praxi se nehodí, protože bude mít zřejmě malý výkon.

Poznámky

Poznámka k „Pomůckám“

Jako izolovaný drát můžeme použít měděný s průměrem 0,3 mm a o délce asi 30 cm. Není to však nutnost, je možné použít i silnější drát.

Poznámka k „Postupu výroby a uvedení do chodu“

Cívka elektromotorku se dost často napoprvé neroztáhne. Bývá to dáno tím, že není dostatečně symetrická (a tedy vyvážená). Po drobném narovnání se však již většinou začne otáčet a to se značnou frekvencí. U kontaktů s póly baterie bývá vidět jiskření.

Závěr

Jak jsme uvedli v úvodu, žákyně a žáci jak základních, tak středních škol považují sestrojování jednoduchých zařízení za oblíbenou činnost. Tohoto faktu je možné využít při výuce fyziky, např. v rámci laboratorních prací. Předložené náměty na laboratorní práce, při kterých se vyrábí jednoduchá zařízení a hračky, mohou obohatit spektrum činností, které žáci a žákyně provádějí. Jde vlastně o skloubení rozvoje manuální zručnosti a intelektuálních dovedností. Je ale třeba mít na paměti, že podstatnou a nenahraditelnou částí takových laboratorních prací je podrobné vysvětlení činnosti vyrobeného zařízení. Bez něj tyto činnosti podle našeho názoru do výuky fyziky nepatří. V žádném případě nelze rezignovat na pouhé vyrábění. Zároveň se domníváme, že laboratorní práce tohoto typu by neměly vytlačit laboratorní úlohy, kdy se měří hodnoty fyzikálních veličin. Ty mají totiž nezastupitelnou roli. Navržené laboratorní práce tedy chápeme jako vítaný doplněk a zpestření ve výuce fyziky.

Literatura

- [1] <http://kdf.mff.cuni.cz/vyzkum/NPVII/npv.php> (cit. 10. 3. 2009)
- [2] http://kdf.mff.cuni.cz/veletrh/sbornik/Veletrh_02/02_03_Bdinkova.html (cit. 10. 3. 2009)
- [3] http://kdf.mff.cuni.cz/veletrh/sbornik/Veletrh_01/01_04_Bellus.html (cit. 10. 3. 2009)
- [4] <http://krouzek-fyziky.ic.cz/> (cit. 10. 3. 2009)

(Dokončení ze s. 256)

Kniha Tycho a Kepler líčí souběžně životopisy obou velkých vědců. U Brahea je velká pozornost a značný část rozsahu knihy věnována pobytu a působení Brahea na ostrově Hven. V případě Keplera pak jeho pobytu v Praze. Vedle líčení jejich nelehkých životních osudů je velká pozornost věnována také jejich dílu.

V knize je mnoho ilustračních obrázků přístrojů Tychoha z jeho spisu s jejich popisy, výklady Ptolemaiovy astronomie, schémata vztahující se k pohybu planet, tak jak se jimi zabývali oba vědci, portréty osobností, vztahujících se k životům

Keplera a Brahea, přílohy s pojmy astronomie. Rozsáhlý je seznam literatury a poznámky autorky. Předmluvu knihy pak napsali opět manželé Hadravovi. Autorka knihy při jejím psaní navštívila také Čechy.

Zdá se mi, že ze všech knih, které jsem četl o obou hrdinech v poslední době z produkce našich vydavatelství, právě autorka této knihy projevila největší porozumění vědě Keplera a zprostředkovala toto poznání čtenářům. Autorka líčí okliky, kterými prošel Kepler při psaní spisu Nová astronomie a objevu jeho Keplerových zákonů pohybu planet.

Karel Vašíček