

EXPERIMENTUJME HRAVO

Ľudmila Onderová

Oddelenie didaktiky fyziky, ÚFV PF UPJŠ Košice

Abstrakt: Príspevok sa zaoberá možnosťami uplatnenia hračiek vo vyučovaní fyziky na základnej alebo strednej škole. Je tu prezentovaný súbor jednoduchých pokusov z rôznych oblastí fyziky, pri ktorých sa využíva najdostupnejšia hračka - detský gumený balónik. Zároveň je uvedených niekoľko príkladov na uplatnenie ďalších detských hračiek vo vyučovaní fyziky, ktoré majú poskytnúť učiteľom inšpiráciu ako prostredníctvom hračiek motivovať žiakov a následne zvýšiť ich záujem o vyučovanie fyziky.

Kľúčové slová: detský balónik, hračka, fyzika hračiek.

Úvod

Prirodzená zvedavosť a hravý prístup k riešeniu problémov patria medzi charakteristické črty osobnosti detí školského veku. Zároveň existuje veľký počet detských hračiek založených na uplatnení určitého fyzikálneho javu alebo zákona. Tieto skutočnosti nám umožňujú premeniť hodiny fyziky na „hravé“ experimentovanie a prostredníctvom neho poskytujú žiakom možnosť lepšie pochopiť fyzikálne javy okolo nás.

Prečo učiť fyziku pomocou hračiek?

V zahraničí hračky cielene využívané (často krát aj vyrábané) ako učebné pomôcky na vyučovanie fyziky sa označujú skratkou POTS - Physics Of ToyS . V podstate každú hračku, v ktorej objavíme fyziku môžeme nazvať fyzikálnou hračkou.

Sú dva prístupy ako vyučovať pomocou hračiek: [1]

- **Fyzika s hračkami** – umožňuje demonštrovať niektoré fyzikálne zákony pomocou hračiek, napríklad, čo sa stane s medvedíkom umiestneným na autíčku pri náhlom zastavení, či rozbehnutí autíčka?
- **Fyzika hračiek** - hľadá odpoveď na otázku: „Na základe akých fyzikálnych princípov hračky pracujú?“, napríklad, prečo sa kúzelná loptička vznáša v prúde vzduchu.

Svet hračiek bol pre deti počas dlhých rokov ich prirodzeným prostredím. S väčšinou hračiek sa mnohí žiaci a študenti mohli stretnúť počas detstva. Pre žiakov nižších ročníkov známy predmet predstavuje istotu, prvok bezpečia, ktorý umožňuje bez strachu objavovať nové skutočnosti manipuláciou s dobre známou hračkou. Na otázku v úvode preto môžeme odpovedať vymenovaním nasledovných argumentov.

Hračky sú: lacným laboratórnym vybavením; neohrozujúce; zábavné; pútajúce pozornosť; podnetné; schopné zaujať študentov všetkých vekových kategórií; samé o sebe vyvolávajúce záujem a zvedavosť; dobrým modelom fyzikálnych zákonitostí v každodennom živote; ponúkajúce mnohokrát komplex fyzikálnych zákonitostí v jednom predmete; veci, ktoré deti ako prvé použijú na objavovanie zákonitostí sveta okolo nich.[1] Hračky môžu demonštrovať fyzikálne teórie na všetkých stupňoch, od základnej školy po vysokú školu. Autíčka, hračky pribalené k čokoládovým vajíčkam či ďalšie bežné hračky môžu byť skúmané ako modely fyzikálnych teórií. Prostredníctvom hračiek môže byť skúmaná väčšina oblastí fyziky napr. mechanika, termodynamika, optika, akustika a pod. Študenti sa môžu oboznamovať s fyzikou „hrou“ s hračkou. Pri tejto činnosti zistia, že s rovnakými princípmi, ktoré sú demonštrované hračkami, sa stretávajú aj v bežnom živote. Študenti si pritom môžu

rozvíjať svoje pozorovacie schopnosti a analyticko-syntetické myslenie. Akonáhle sú základné fyzikálne zákony pochopené, študent môže používať hračku na získanie výsledkov v zostavených experimentoch. Tieto výsledky môžu byť následne použité na potvrdenie fyzikálnych zákonov.

Uplatnenie hračiek vo vyučovaní fyziky

Najskôr uvedieme prehľad uplatnenia najdostupnejšej detskej hračky – gumeného balónika v rôznych oblastiach fyziky a následne niekoľko príkladov na uplatnenie ďalších hračiek vo vyučovaní fyziky.

Teplý a studený vzduch

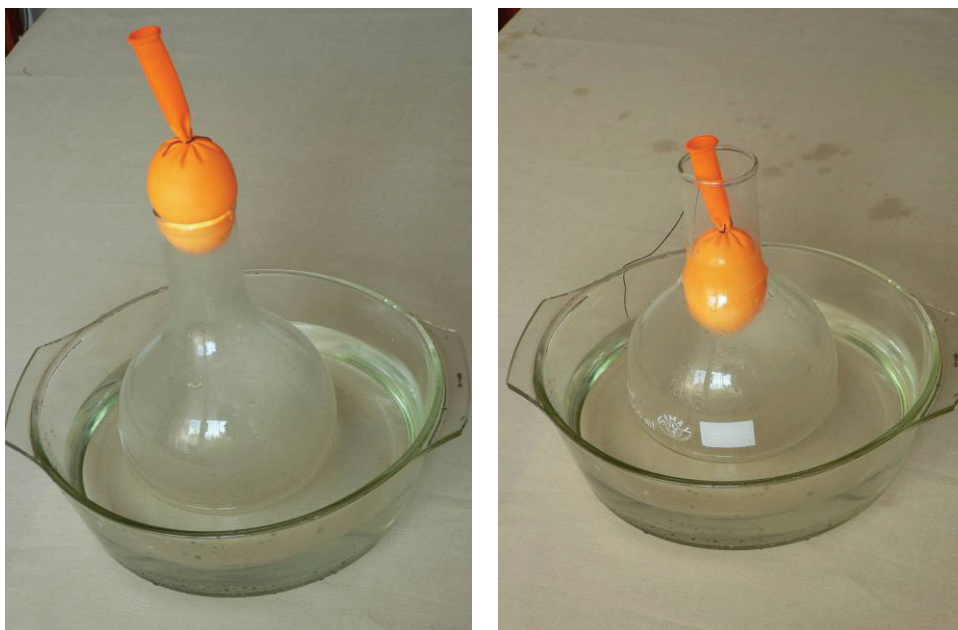
Na hrdlo fľaše dobre upevníme balón. Takto upravenú fľašu vložíme najmenej na pol dňa do mrazničky. Po vybratí z mrazničky ponoríme studenú fľašu do umývadla resp. nádoby naplnenej teplou vodou. Balón na fľaši sa mierne nafúkne. *Po vložení do mrazničky sa znížením teploty zníži aj objem plynu, vzduch vo vnútri fľaše teda zaberá menej miesta ako za normálnych podmienok. Po ponorení do teplej vody nastane jav opačný - zvýšenie teploty vzduchu sa prejaví jeho rozpínaním. Balón sa čiastočne nafúkne.*

Balón fakír

Nafúkame podlhovastý balón. Potom tenkou ihlicou vnikneme do balóna jedným z jeho vrcholov. Balón nepraskne, navyše po vytiahnutí ihlice z balóna vzduch ihneď nevyfučí. Ak pichnete ihlicu do iného miesta, balón praskne a unikajúci vzduch vyvolá "výbuch". *Trik využíva dve fyzikálne vlastnosti: pružnosť gumy a tlak vo vnútri telesa s podlhovastým tvarom. Ak má byť pokus úspešný, musí ihlica vniknúť do balóna jedným z jeho vrcholov, kde je povrch balóna menej napnutý. Pružnosť gumy zase spôsobí, že keď ihlica pomaly vnikne do balóna a prepichnete gumovú blanu, táto sa okamžite uzatvorí okolo ihlice a zabráni unikaniu vzduchu z balóna.*

Kúzlo s balónikom

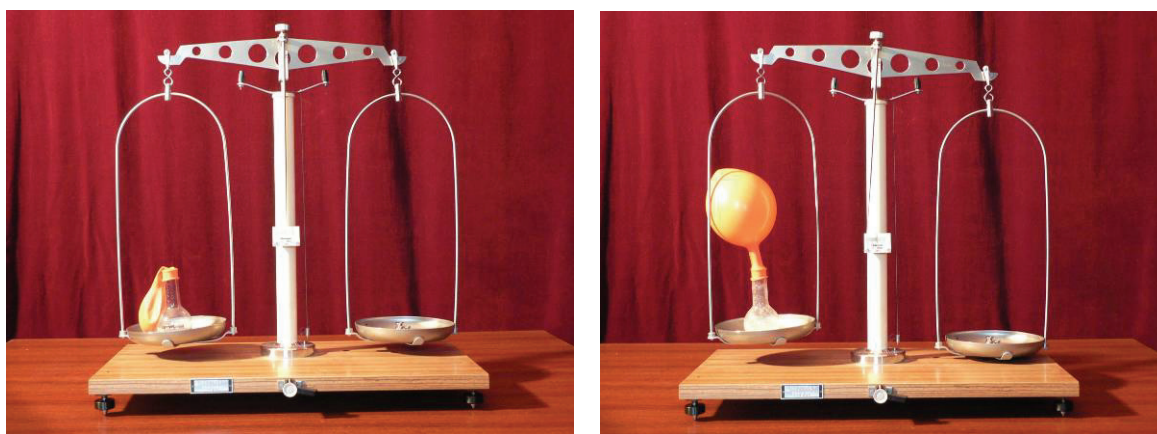
Pokus je variáciou pokusu s vajíčkom a fľašou od mlieka. Namiesto vajíčka použijeme vodou naplnený balónik. Zmenou množstva vody dosiahneme vhodnú veľkosť pre každý otvor nádoby. Na hrdlo balónika pripevníme niť. Na dno fľaše nalejeme malé množstvo vriacej vody. Umiestnime balón vzduchotesne na hrdlo fľaše. Potom umiestnime fľašu do nádoby so studenou vodou, aby sa ochladila, prípadne ju len necháme voľne chladnúť. (obr.1) *Znižovaním teploty dochádza ku kondenzácii vodných pár vo vnútri fľaše a tým aj k poklesu tlaku v jej vnútri a tak je balónik pomaly vtlačený vonkajším vyšším atmosférickým tlakom do fľaše.* [2]



Obr. 1: Kúzlo s balónikom

Je oxid uhličitý ľahší ako vzduch?

Najprv balónik niekoľkokrát nafúkneme, aby sa rozťahol. Potom do banky nalejeme malé množstvo octu. Do balónika nasypeme sódu bicarbónu, prevlečieme ho cez hrdlo banky a tesne upevníme pomocou nite alebo gumičiek. Dbáme na to, aby sa látky nezmiešali. Balónik s bankou položíme na misku laboratórných váh, váhy vyvážíme a potom zaaretujeme. Zdvihneme balónik, aby sa sóda presypala do octu v banke. Bankou potrasíme, aby sa ocot so sódou premiešali. Počkáme kým ustane búrlivé kypenie v banke a váhy pomaly odaretujeme. Rovnováha sa poruší, miska s bankou a nafúknutým balónikom sa zdvihne, akoby balónik bol naplnený plynom ľahším ako vzduch. (obr.2) Na misku pôsobí menšia sila ako predtým. V dôsledku chemickej reakcie, ktorá nastane po zmiešaní octu so sódou sa vytvára oxid uhličitý, ktorý spôsobí nafúknutie balónika. Pretože sa zväčšil objem balónika, zväčšila sa aj aerostatická vztlaková sila, ktorá naň pôsobí. Celková hmotnosť banky s balónikom sa však nezmenila. Vztlaková sila smeruje zvisle nahor a preto na misku váh s bankou a nafúknutým balónikom pôsobí zvisle dolu menšia sila ako predtým.



Obr. 2: Je oxid uhličitý ľahší ako vzduch

Balónik a výveva

Mierne nafúknutý balónik vložíme do sklenenej nádoby, ktorá sa dá hermeticky uzavrieť. Cez utesenú dierku vo viečku zasunieme do nádoby odsávací koniec

vodnej vývevy. Keď budeme odsávať vzduch, pozorujeme zväčšovanie objemu balónika. *Keď odsávame vzduch, zmeňujeme tlak vzduchu okolo balóna. V dôsledku toho je potom tlak vzduchu v balóne vyšší ako okolitý tlak a balón sa nafúkne. Vzduch sa v balóne rozpína, snaží sa zaujať, čo najväčší priestor.*

Môže balónik zdvihnúť pohár?

Umiestnime balónik do vnútra skleneného pohára. Pomaly balónik nafúkneme. Držíme balónik za hrdlo a dvíhame pohár. *Nafúknutý balónik vzduchotesne prilne k stene pohára. Výsledná trecia sila, je v dôsledku zvýšeného tlaku väčšia ako smerom nadol pôsobiaca sila tiažová a preto sa pohár z balónika nezošmykne.* [2]

Vznášadlo z balóna

Do stredu vrchnáka z umelohmotnej fľaše urobíme kruhový otvor s priemerom asi 3 mm. Takto upravený vrchnák prilepíme do stredu CD. Na vrchnák navlečíme balónik. Cez malý otvor nafúkneme balónik, položíme CD na rovný povrch a sledujeme, že takto vytvorené vznášadlo sa bude pohybovať po podložke takmer bez trenia. *Vzduch unikajúci cez 3 mm otvor vytvára pod CD úzky vzduchový vankúš, teda vznášadlo sa nepohybuje po podložke, ale tesne nad ňou. Týmto postupom sme zmenšili trenie medzi CD a podložkou.*

Závody balónikov

Najprv si pripravíme dráhu, po ktorej sa budú balóniky pohybovať, napnutím povrázku alebo rybárskeho silonu. Predtým ešte na dráhu navlečíme krúžky na záclony. Na tieto krúžky pomocou lepiacej pásky (napr. kobercovej) pripevníme nafúknuté a na konci štipcom uzavreté balóniky. Každý uchytieme pomocou dvoch krúžkov pri krajoch. Po uvoľnení štipca pozorujeme rýchly pohyb balónika po povrázковой dráhe. *Pohyb balónika demonštruje zákon akcie a reakcie, je reakciou na vzduch prudko unikajúci z balónika.*

Balóniky a elektrostatika

Nafúkame balóniky. Ak pošúchame balóniky o oblečenie, budú priťahovať drobné papieriky alebo vlasy na hlave, dokonca sa nám podarí „prilepiť“ ich na stenu. Ak pripevníme dva súčasným zelektrovaným balóniky na asi meter dlhý povrázok, ktorý držíme v strede pozorujeme, že balóniky sa budú odpudzovať, keď medzi ne vložíme druhú ruku balóniky sa k nej priblížia. *Súčaním balónov o oblečenie ich zelektrojujeme. Pozorované javy sú založené na existencii dvoch typov náboja, kladného a záporného. Rovnaké náboje sa odpudzujú, rozdielne sa priťahujú.*

Balónik v prúde vzduchu

Nafúknutý balónik zaviažeme na konci pevnou niťou, ktorej necháme dlhší koniec. Na koniec nite zavesíme vhodnú záťaž napr. matičku. Zapneme vysávač a prúd vzduchu namierime asi pod uhlom 45° . Balónik umiestnime do prúdu vzduchu tak, aby bol v rovnovážnej polohe. *Prúd vzduchu vytvára vztlakové sily, ktoré vyrovnávajú ostatné sily pôsobiace na balónik (vertikálnu tiažovú silu, horizontálnu odporovú silu vznikajúcu v dôsledku prúdenia vzduchu). Balónik je v rovnováhe.*

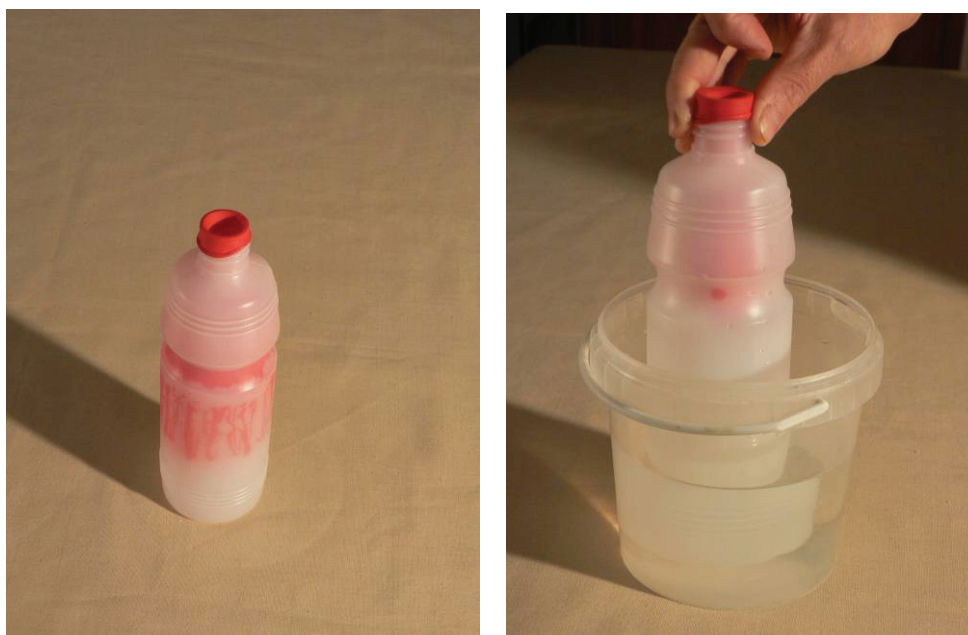
Balónik, ktorý nechce zhorieť

Do tmavo sfarbeného balónika nalejeme (tajne) trochu vody. Balónik mierne nafúkame a zaviažeme. Balónik opatrne zahrievame nad sviečkou alebo liehovým kahanom v mieste, kde sa nachádza voda. Napriek očakávaniu, balónik sa ihneď

neprepáli. *Voda, ktorá má veľkú hmotnostnú tepelnú kapacitu tu plní úlohu chladiča a spôsobí, že balónik sa ihneď neprepáli.*

Kúzelná fľaša

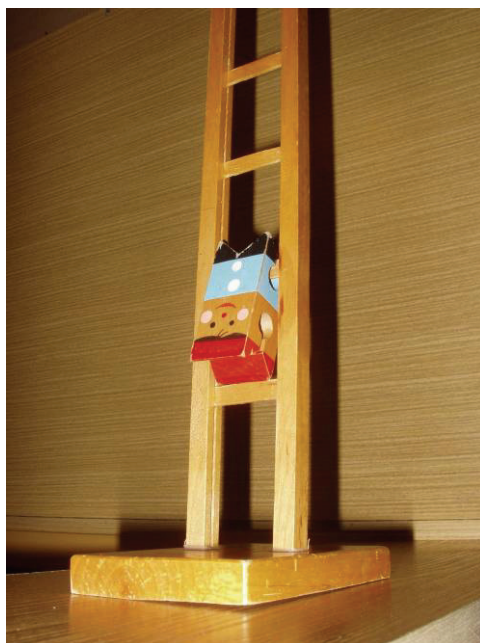
Urobíme dierku (o priemere 2 – 3 mm) blízko dna prázdnej dostatočne pevnej plastovej fľaše. Vložíme balónik do vnútra tejto fľaše a upevníme jeho koniec okolo hrdla fľaše. Fúkaním do balónika ho nafúkne a potom prelepíme dierku priesvitnou páskou. Hoci má balónik otvorený koniec, balónik nesfúkne. Ak do vnútra balónika vo fľaši vložíme malú ceruzku, táto, po odstránení lepiacej pásky z dierky, vyskočí v dôsledku náhleho sfúknutia balónika. (obr.3) *Príčinou popísaného správania sa fľaše s balónikom je rozdiel tlakov vzduchu zvonka a zvnútra balónika.* S takto upravenou fľašou môžeme urobiť aj ďalšie experimenty, ktoré umožnia študentom lepšie pochopiť javy súvisiace s tlakom vzduchu, napr.: prikryjeme dierku na fľaši prstom a spýtame sa študentov, či je možné nafúknuť balónik vnútri fľaše. Potom sa ich spýtame, či je možné nafúknuť balónik ináč ako fúkaním do jeho otvoreného konca. *Ak máme dostatočne pevnú fľašu, tak po priložení otvoru pri dne k ústam a vysatí vzduchu balónik nafúkne.* Môžeme tiež ukázať, že táto pomôcka funguje ako jednoduchá vákuová pumpa. Opäť fúkaním nafúkne balónik, prekryjeme dierku prstom a ponoríme fľašu do nádoby s vodou tak, že hrdlo fľaše je nad hladinou vody a dierka pod ňou. Ak dierku odkryjeme balón začne sfukovať a voda začne zaplňať fľašu, Hladina vody vo fľaši bude pritom vyššia ako v okolitej nádobe, čo potvrdzuje, že po nafúknutí balónika je vo vnútri fľaše nižší tlak ako tlak atmosferický. [3]



Obr. 3: Kúzelná fľaša

Vďačnou hračkou na demonštrovanie **premeny energií** je jojo. Diskutujeme platnosť zákona zachovania mechanickej energie a demonštrujeme vplyv trecích síl na pohyb, v prípade, že hračke nedodávame žiadnu energiu pohybom ruky. K veľmi zaujímavým diskusiám môžeme dôjsť pri použití „skákajúceho klobúčika“, ktorý najprv v rukách pretvarujeme na opačnú stranu a potom voľne pustíme. Na veľké prekvapenie žiakov klobúčik po odraze vyskočí do omnoho väčšej výšky než bol spustený.

Rovnovážnu polohu telesa môžeme demonštrovať pomocou figúrky pohybujúcej sa po rebríku (obr.4). Ak figúrku umiestnime v zvislej polohe na najvyššiu priečku rebríka a pustíme, preklápa sa z labilnej rovnovážnej polohy a zachytáva postupne na ďalších priečkach až prejde celým rebríkom. Toto jej správanie je zapríčinené konštrukciou figúrky, ktorá má pozdĺž tela vyrezané dva symetricky uložené kruhové otvory. Rovnako môžeme hračkou demonštrovať premenu potenciálnej energie figúrky nad zemou na kinetickú energiu, konanie práce, vplyv trenia na pohyb.



Obr. 4: Panáčik na rebríku

Ťažisko a význam jeho polohy pre stabilitu telesa môžeme demonštrovať pomocou bábiky či panáka, ktoré nemôžeme prevrátiť alebo celého radu bežne dostupných balanciérov.

Šírenie **zvuku** môžeme skúmať pomocou detského telefónu vytvoreného z dvoch nádobiek z umelej hmoty spojených pomocou dlhej nite alebo povrázku. Zdrojom zvuku môže byť aj vrúbkovaná (vlnitá) plastová hadica. Keď ňou budeme krúžiť budeme počuť rozdielne tóny v závislosti od rýchlosti otáčania. Detské hudobné nástroje sú tiež vhodnými pomôckami na vyučovanie akustiky, môžeme ich porovnávať so skutočnými hudobnými nástrojmi a skúmať v čom sa podobajú a v čom sa líšia, čo zapríčiňuje ich rozdielny zvuk, od čoho závisí nimi vydávaný tón a pod.

Vďačnou a pútavou hračkou vhodnou na demonštráciu vzniku a šírenia pozdĺžneho **vlnenia** a tiež stojatého pozdĺžneho vlnenia je dlhá plastová pružina obvykle predávaná dúhovo sfarbená. Pri vhodnej voľbe výšky schodu v porovnaní s dĺžkou pružiny dokáže táto samostatne „zísať“ po schodoch a hneď máme naporúdzi množstvo ďalších otázok na vysvetlenie tohto jej správania.

Hračky využívajúce ako zdroj energie elektrické batérie zase môžeme využiť pri výučbe **elektriny**. Pri hračkách typu elektrická násobilka či vedomostných hrách so signalizáciou správnej odpovede žiarovkou skúmame vlastnosti elektrického obvodu. Mechanické hračky napájané z batérii ukazujú príklad premeny energie na iné formy energie. Vhodným objektom môžu byť aj aktívne hračky označované ako „perpetuum mobile“, ktoré fungujú dovedy, kým vydrží dômyselne ukrytý zdroj – batéria. Niekedy majú tieto hračky vo vnútri nejakej figúrky ukrytý magnet, ktorý je odpudzovaný ďalším magnetom, ktorý je ovplyvňovaný elektromagnetom.

Vlastnosti trvalých magnetov môžeme demonštrovať pomocou stolových hier ako magnetický šach a pod., alebo magnetického autíčka, ktoré využíva na uvedenie do pohybu vzájomné pôsobenie dvoch magnetov. „Levitujúci“ žralok, (obr.5), zase podnecuje k bádaniu a hľadaniu magnetických polí umožňujúcich takéto jeho správanie.



Obr.5: Levitujúci žralok

Zobrazovanie rovinnými zrkadlami názorne demonštruje detský kaleidoskop. Nádherné obrazy, ktoré vznikajú mnohonásobným odrazom na troch rovinných zrkadlách deti určite zaujmú, navyiac keď si v rámci voľnočasových aktivít dokážu vyrobiť podobný kaleidoskop aj sami. Rovnako si môžu svojpomocne zhotoviť aj periskop a rozmýšľať nad tým prečo a ako im umožňuje tento prístroj vidieť aj za roh. Mydlové bubliny z bublifuku, zase podnecujú diskusie o príčinách ich farebného sfarbenia, ktoré spôsobuje **interferencia svetla**. Na druhej strane ich môžeme využiť aj pri vysvetľovaní pojmov **viskozita** a **povrchové napätie** či v prepojení na fyziku každodenného života na diskusiu o fungovaní čistiacich prostriedkov.

Smädny bocian (obr.6) je príkladom hračky, ktorú môžeme využiť pri vyučovaní termodynamiky na strednej škole. Z hľadiska termodynamiky môžeme konštatovať, že hračka vlastne predstavuje tepelný stroj. Pomocou procesu vyparovania sa realizuje ochladenie hlavy bociana pod teplotu okolitého vzduchu. Týmto vyvolaný teplotný rozdiel medzi studenou hlavou a teplejším trupom bociana sa podobne ako v tepelnom stroji využíva na „výrobu“ mechanickej energie, ktorá sa prejaví v pozorovaných pohyboch bociana.



Obr. 6: Smädny bocian

Nie je možné spomenúť všetky zaujímavé hračky a nebolo to ani našim cieľom. Príspevok má byť len inšpiráciou pre učiteľov fyziky, ktorí určite nájdu mnohé ďalšie hračky a možnosti ich uplatnenia vo vyučovaní fyziky.

Záver

V článku sú spomenuté dôvody prečo zaraďovať hračky do vyučovania fyziky ako aj množstvo príkladov na ich uplatnenie. Vlastné skúsenosti z vyučovacích hodín nám potvrdili, že využívanie hračiek na vyučovacích hodinách zvyšuje záujem žiakov o vyučovanie fyziky, povzbudzuje ich k tomu, aby formulovali vlastné otázky a hľadali na ne aj odpovede a zároveň im pomáha lepšie pochopiť a vysvetliť javy okolo nás. Ak poskytneme žiakom prostredníctvom aktívneho poznávania možnosť realizovať vlastné objavy, samostatne nachádzať fyzikálne zdôvodnenia či vysvetlenia pozorovaných javov postupne sa prestanú fyziky báť. Verím, že učitelia fyziky nájdu mnohé ďalšie zaujímavé pokusy využívajúce ako detský balónik, tak ďalšie hračky čo ich podnieti k „hravému experimentovaniu“.

Literatúra

- [1] WATSON, J.- WATSON T. N. 2007. *Toying with Physics*, [online], [citované 22.január 2007]
Dostupné na :<http://www.bsu.edu/classes/watson2/Summer/unit3.htm>
- [2] PHYSICS ON STAGE 3. 2004. *Demonstrations and teaching ideas selected by the Irish team*, Department of Experimental Physics, University College Dublin, 2004.
- [3] SHAMSIPOUR, G. 2006 *Simple experiments for teaching air pressure*. In: The Physics Teacher. Volume 44, 2006, No. 6, str. 576 – 577.
- [4] ONDEROVÁ, Ľudmila. 2002. *Netradičné experimenty vo vyučovaní fyziky*. Prešov: Metodické centrum 2002. 75 s. ISBN 80-8045-253-9
- [5] FEATONBY, David. 2005. *Toys and Physics*. In: Physics Education, Volume 40, 2005, No.6, str. 537 -543. ISSN 0031-9120
- [6] ONDEROVÁ, Ľudmila. 2007. Hračky a ich miesto vo vyučovaní fyziky. In: MIF didaktický časopis učiteľov matematiky, informatiky a fyziky. roč. XVI, 2007, č. 30, s. 52-58. ISSN 1335-7794

Adresa autora

RNDr. Ľudmila Onderová, PhD.
Oddelenie didaktiky fyziky
Ústav fyzikálnych vied PF UPJŠ
Park Angelinum 9
041 54 Košice
ludmila.onderova@upjs.sk