



Špendlík a čo s ním?

Ludmila Onderová¹, Oddelenie didaktiky fyziky, ÚFV PF UPJŠ Košice
Jozef Ondera, Dubnický technologický inštitút, Dubnica nad Váhom

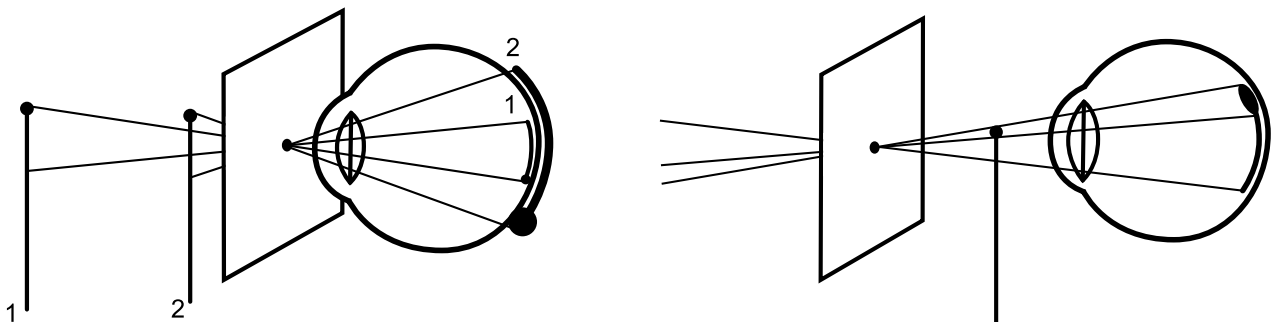
Určite ste už veľakrát natrafili na stratený špendlík a ani vás nenapadlo, že aj takáto maličkosť v spojení s ďalšími, bežne dostupnými vecami, môže poslúžiť na realizáciu zaujímavých fyzikálnych experimentov. V príspevku ponúkame niekoľko nápadov a veríme, že budú inšpiráciou pre realizáciu ďalších.

Jednoduchá lupa?

Pomocou spomenutého špendlíka a kúska kartónu môžeme žiakom demonštrovať ako pracujú jednotlivé časti oka, ktoré predstavuje optickú sústavu, a zabezpečujú samotné videnie. Kus kartónu (poslúži napr. aj pohľadnica) prepichnete špendlíkom a urobíme v ňom malú dierku o priemere menej ako 1 mm. Keď cez dierku pozorujeme písmená textu vo vzdialenosti menšej ako dokážeme ostro vidieť voľným okom zistíme, že aj pri tejto menšej vzdialenosti budeme vidieť písmená ostro. Kartón s vytvorenou dierkou poslúžil ako clona vo fotoaparáte. Veľkosť otvoru clony má vplyv na celkovú ostrosť obrazu, ktorý pozorujeme. Zúženie vstupnej pupily pred šošovkou oka nemá za následok len potlačenie otvorovej vady, ale aj zvýšenie hĺbky ostrosti oka. Hĺbkou ostrosti rozumieme interval predmetových vzdialeností, v ktorom sa nám javí obraz predmetu stále ostrý. Existencia nenulovej hĺbky ostrosti je daná ako obmedzenou schopnosťou oka či iného zobrazovacieho prvku ostrosť obrazu posúdiť, tak ohybom svetla na vstupnej pupile zobrazovacej sústavy, ktorý vznik obrazu doprevádza. Zo vzťahu pre hĺbku ostrosti, ktorý vyplýva z vlnovej teórie zobrazenia, vyplýva, že zmenšenie vstupnej pupily vedie k zvýšeniu hĺbky ostrosti [1]. Táto skutočnosť sa využíva aj v dierkových komorách, kde sa veľmi malým priemerom vstupnej dierky dosahuje veľmi veľká hĺbka ostrosti. Nevýhodou, rovnako ako v našom pokuse, je malá svetelnosť, preto pokus vyžaduje dobré osvetlenie.

Ako prevrátiť špendlík?

Prepichnetý kartón a špendlík využijeme aj na nasledujúce pokusy. Kartón s otvorom priložíme tesne k oku a pred otvor umiestnime špendlík (s hlavičkou hore). Cez otvor vidíme neprevrátený obraz špendlíka. Pri malej vzdialenosti už oko nedokáže obraz zaostriť a jeho obrysy sú neostre. Potom dáme prepichnetý kartón do vzdialenosti asi 5 až 8 cm od oka a špendlík obrátený hlavičkou nahor umiestnime medzi oko a kartón. Pozerajúc sa na dierku, nie na špendlík, spozorujeme zväčšený obraz špendlíka, ktorý je obrátený. (obr. 1) „Prevrátenie špendlíka“ v druhom prípade je pre žiakov prekvapivé a núti ich hľadať vysvetlenie [2]. Na vysvetlenie potrebujú znalosti z fyziky, ale aj z biológie. V druhom prípade cez dierku v kartóne vzdialenom od oka vo väčšej vzdialenosti prenikajú lúče, ktoré následne prechádzajú cez zrenicu oka. Tieto lúče môžeme považovať za veľmi málo rozbiehavé, takmer rovnobežné. Špendlík umiestnený veľmi blízko pri oku stojí v ceste prechádzajúcim lúčom a vytvára tieň, ktorý je premietnutý na sietnicu priamo, bez toho, aby bol obrátený optickým systémom oka. Tieň sa na sietnici zobrazuje



Obr. 1 – zobrazenie špendlíka v rôznych polohách [2]

¹ ludmila.onderova@upjs.sk

v tej istej polohe, akú má samotný špendlík – hlavičkou hore, ale taký obraz človek vníma ako obrátený. Naše oko totiž vytvára všetky obrazy na sietnici obrátené, ale vďaka mozgu ich chápeme ako „neobrátené“. Vysvetlenie, prečo je tieň špendlíka na sietnici väčší je tiež jednoduché. Oko je optická sústava s ohniskovou vzdialenosťou približne 20 mm. V prvom prípade pri pozeraní cez dierku na špendlík vzdialený od oka vo vzdialenosti napr. 10 cm oko vytvorí jeho obrátený ostrý obraz na sietnici, ktorý je približne päťkrát menší ako je pozorovaná veľkosť špendlíka. V druhom prípade sa tieň špendlíka umiestneného blízko oka premietne na sietnicu neobrátený a je výrazne väčší ako v prvom prípade. Situácia je znázornená na obr. 1, reálne pomery pri pokuse znázorňuje obr. 2. (Pokus si vyžaduje trochu natrénovať najst' vhodnú vzdialenosť medzi okom a špendlíkom a pozerat' proti svetlu resp. jasnej oblohe.)



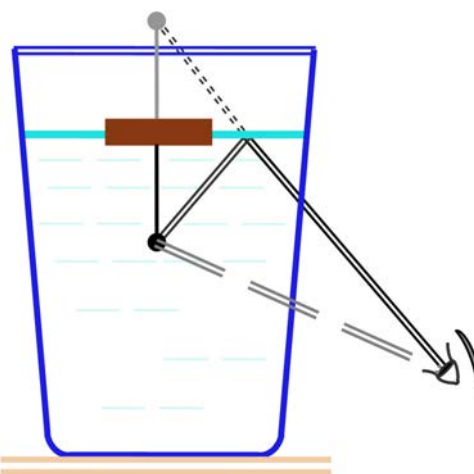
Obr. 2 – pozorovanie špendlíka

Záhadný špendlík

Tentokrát zapichnete špendlík do stredy plochého korku hlavičkou smerom nahor. Takto upravený korok potom vložíme na hladinu vody v pohári, tak, aby špendlík smeroval nadol, teda bol ponorený vo vode. Ak sa pozrieme na špendlík zvrchu nevidíme ho. Ak sa však pozrieme na špendlík zdola, približne z roviny stola, na ktorom je položený pohár s vodou, vidíme špendlík nad korkom. Ak sa pozrieme naň zhora, opäť ho nevidíme. Ako vysvetlíme túto záhadu? Svetelné lúče, ktoré smerujú od špendlíka k po-



Obr. 3a – záhadný špendlík



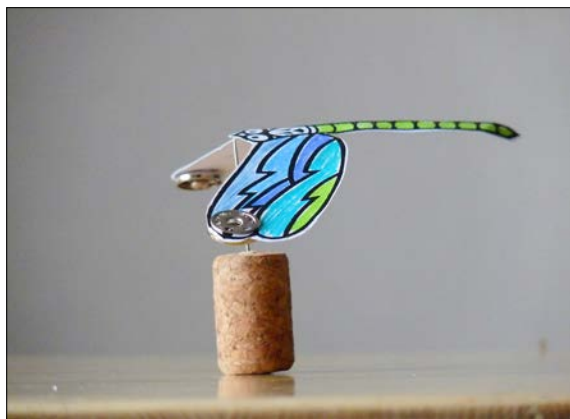
Obr. 3b – zobrazenie chodu svetelných lúčov

vrchu vody, prechádzajú príliš šikmo, a preto sa nedostanú z vody do vzduchu, ale dochádza k ich úplnému odrazu od hladiny späť do vody pod rovnakým uhlom, pod akým dopadli na rozhranie voda vzduch. Tieto odrazené lúče sa nedostanú k našim očiam, pokiaľ máme oči nad pohárom. Keď sa však pozrieme zdola, odrazené lúče sa dostanú k našim očiam a v ich predĺžení vidíme špendlík obrátené, ako by sa nachádzal nad korkom. (obr. 3a, 3b)

Minca akrobat

Dokážete postaviť mincu hranou na špičku špendlíka, tak aby sa tam udržala? Na tento „akrobatický“ kúsok opäť použijeme špendlík. Tentokrát ho ale (napr. pomocou klieští) zapichnete do školskej gumy zvislo, ostrým hrotom nahor. Gumu so špendlíkom položíme na vhodný podstavec, napríklad obrátený pohár. Na mincu prichytíme dva masívnejšie drevené štipce na bielizeň. Takto upravenú mincu už bez problémov položíme hranou na hrot špendlíka, kde sa minca udrží. Vysvetlenie tohto triku je jednoduché. Je zrejmé, že samotná minca sa na špičke špendlíka neudrží,

lebo sa nachádza vo vratkej polohe – os otáčania prechádza miestom dotyku mince s hrotom špendlíka a ťažisko mince je nad osou otáčania. Použitím štipcov dosiahneme to, že ťažisko sústavy sa posunie pod os otáčania, resp. do jej tesnej blízkosti (záleží od sklonu prichytených štipcov) a sústava sa tak



Obr. 5 – vznášajúca sa vážka

dostane do stálej alebo voľnej polohy. (obr. 4) Na rovnakom fyzikálnom princípe funguje aj vážka vznášajúca sa na hrote špendlíka. Posunutie ťažiska do vhodnej polohy v tomto prípade zabezpečujú patentky symetricky umiestnené v jej krídlach. (obr. 5)



Obr. 4 – minca na hrote špendlíka

Tajomný mlynček



Obr. 6 – mlynček z papiera

Špendlík zapichnutý v korku využijeme aj v tomto pokuse. Z tenkého hodvábného papiera vystrihne obdĺžniček, preložíme ho podľa jeho stredných priečok a opäť narovnáme. Potom položíme obdĺžniček na ostrie špendlíka zapichnutého do gumy alebo korkovej zátky tak, aby ho ihla podopierala v ťažisku. Papier necháme ustáliť v rovnováhe. Opatrne, aby sme ho nezhodili prúdom vzduchu, priblížime k papieru ruku. Sledujeme, že papierik sa začne otáčať. Po oddialení ruky sa otáčanie zastaví, po priblížení sa opäť obnoví. Preložením sme vlastne vytvorili „papierový mlynček“, lebo niektorým častiam papierika sme dali mierny spád. Mlynček sa otáča určitým smerom – od zápastia smerom k prstom, čo môžeme vysvetliť rôznou teplotou uvedených častí ruky. Konce pr-

tov sú vždy chladnejšie ako dľaň, preto sa blízko dlane vytvorí silnejší vzostupný prúd vzduchu, ktorý sa opiera do mlynčeka ako prúdenie vyvolané teplotou prstov. (obr. 6)

Zázračný hrebeň

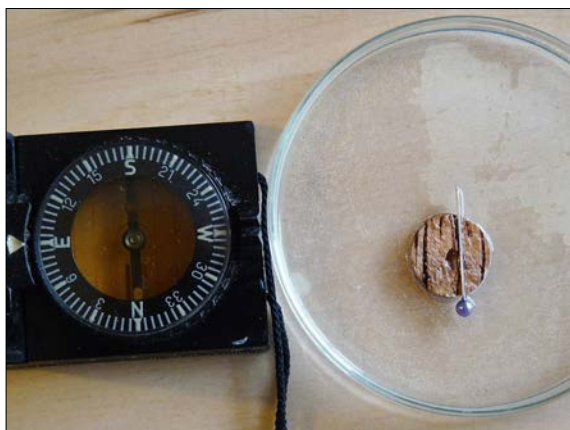
Do hrdla sklenenej fľaše, čiastočne naplnenej vodou, aby dobre stála, vložíme korkovú zátku so zapichnutým špendlíkom. Na hrot špendlíka položíme pohár dnom nahor, tak, aby bol hrotom podopretý uprostred dna. Hrebeňom si niekoľkokrát prečesáme vlasy a položíme ho na pohár, tak aby sa zachovala rovnováha. Ak priblížime k hrebeňu prst, bude sa pohár otáčať a hrebeň sa bude približovať k prstu. (obr. 7) Neočakávané správanie hrebeňa spôsobuje jav elektrostatickej indukcie. Pri prečesávaní vlasov sa prst nabije opačným nábojom ako hrebeň. Preto sa hrebeň priťahuje k prstu.



Obr. 7 – zázračný hrebeň

Magnetka jednoducho

Špendlík a kúsok korku využijeme aj na zhotovenie jednoduchej magnetky. Najprv zmagnetizujeme špendlík tak, že k nemu priložíme jeden pól magnetu (severný alebo južný) a magnet ťaháme z jedného konca špendlíka napr. od hlavičky na druhý jedným smerom. Ak dôjdeme



Obr. 8 – magnetka zo špendlíka

na jeho koniec opíšeme nad špendlíkom poloblúk a opäť sa vrátíme na jeho začiatok k hlavičke. Tento postup niekoľkokrát opakujeme. Potom odrežeme z korkovej zátky tenký plátok a križom cez jeho stred urobíme malú ryhu. Do tejto ryhy vložíme zmagnetizovaný špendlík. Potom korok aj so špendlíkom položíme na hladinu vody v malej nádobe napr. tanieri alebo miske. Špendlík na korku sa natočí do smeru sever juh. (obr. 8) Zmagnetizovaný plávajúci špendlík plní funkciu magnetky, t.j. môžeme pomocou neho indikovať magnetické polia a sledovať magnetické polia v okolí permanentných magnetov resp. v okolí vodiča, ktorým prechádza jednosmerný prúd. Namiesto korku môžeme použiť aj kúsok penového polystyrénu, do ktorého zmagnetizovaný špendlík zapichneme.

Špendlík na vode

Suchý špendlík napriek tomu, že je z ocele, teda jeho hustota je omnoho väčšia ako hustota vody, sa dokáže udržať na povrchu vody v nádobe. Jeho umiestnenie na hladinu si síce vyžaduje trochu trpezlivosti, ale možno si pomôcť napr. kúskom papiera, ktorý sa po nasiaknutí vodou potopí na dno. Takéto správanie špendlíka umožňuje povrchová vrstva kvapaliny, ktorá sa správa ako pružná blana. Na dôkaz toho, že nejde o plávanie môžeme porušiť povrchovú blanu napr. kvapnutím saponátu na povrch vody alebo pretrhnutím nejakým predmetom a špendlík ihneď klesne na dno. (obr. 9)



Obr. 9 – špendlík na hladine vody

Záver

Pokusy prezentované v článku dokážu bez problémov zrealizovať učitelia fyziky a aj ich žiaci. Takže ak budem mierne parafrázovať výrok babičky z diela Boženy Němcovej: *Dobrý učiteľ fyziky zodvihne a využije aj nájdený špendlík.*

Literatúra

- [1] BOCHNÍČEK, Z. 2006. Jak naše oči vidí. In: *Veletrh nápadů učitelů fyziky XI, sborník z konference*. Olomouc, 2006, Univerzita Palackého. s. 58-63. ISBN 80-244-1491-0
- [2] HALADA, V. 1953. *Fyzika v pokusoch*. Bratislava: SPN, 1953
- [3] KOSTIČ, Ž., K. 1975. *Medzi hrou a fyzikou*. Bratislava: Alfa, 1975
- [4] ONDEROVÁ, Ľ. 2004. *Fyzikálne pokusy s jednoduchými pomôckami*. Košice: UPJŠ, 2004. ISBN 80-7097-580-6
- [5] ONDEROVÁ, Ľ., ONDERA, J. 2013. Kúzelná fyzika alebo fyzika kúziel. In: *Tvorivý učiteľ fyziky VI, Národný festival fyziky*. Bratislava: SFS, 2013. s. 200–206. ISBN 978-80-971450-0-2