

Fyzika na toaletě

JOSEF TRNA

*Pedagogická fakulta Masarykovy univerzity v Brně,
Gymnázium Boskovice, Základní škola Lysice*

Školní pokus má v přírodovědné výuce, zejména pak ve výuce fyziky, nezastupitelnou roli. Jeho správné metodické provedení a didaktické využití ve výuce však vyžaduje od učitele řadu jeho vědomostí a především dovedností. Ne každý pokus je vhodný jako školní pokus. Pomůcky pro školní pokusy jsou mnohdy speciálními zařízeními, se kterými se žák v životě už nikdy nesetká. To je také výtka, kterou bývá význam pokusu ve výuce snižován. Častou chybou školního pokusu je i to, že žák při předvádění pokusu nevnímá jasně demonstrovány jev a jeho podstatu.

Jak uvedené nedostatky školního pokusu odstranit? Jednou z možností je použití jednoduchých pomůcek, které žák zná z každodenního života a má o jejich fungování vytvořenu intuitivní představu.

Příkladem takových fyzikálních experimentů mohou být následující pokusy, které využívají jednoduchou pomůcku - toaletní papír, se kterým se každý člověk setkává i vícekrát denně. V následující sérii pokusů používáme celou roli toaletního papíru, ale především papírovou trubičku, na které je papír namotán.

1. Měření objemu

Měření objemu těles je obvykle spjato s měřením objemu kapaliny v odměrném válci nebo s měřením pevného tělesa ponořeného do kapaliny v odměrném válci. Z papírové trubičky, ke které přilepíme spodní čelo z kartonu můžeme vyrobit odměrku (50 ml, 100 ml) na měření objemu sypkých materiálů (písek, sůl, cukr apod.). Žáci si tak komplexněji osvojí veličinu objem těles a její jednotku.

2. Měření plošné hustoty papíru

Hustota látek je ve výuce obvykle prezentována jako hustota objemová. Délková a plošná hustota se objevuje sporadicky. Přitom plošná hustota papíru (tzv. gramáž) je uváděna na balících např. kopírovacího papíru (80 gramů na metr čtvereční apod.). Srovnávací metodou můžeme přibližně odhadnout plošnou hustotu toaletního papíru. Toaletní papír natrháme na jednotlivé perforací rozdělené útržky. Na rovnoramenných váhách položíme na jednu misku stejně velký útržek vystřižený z papíru známé gramáže (např. kopírovací papír) a na druhou misku vyvážíme tento útržek několika útržky toaletního papíru. Srovnáním pak určíme přibližnou gramáž toaletního papíru. Žáci si tak opět komplexněji mohou osvojit veličinu hustoty těles.

3. Nasáklivost papíru

Z vnitřku role toaletního papíru opatrně vytáhneme papírovou trubičku. Roli postavíme na misku nebo přímo na stůl. Do středového otvoru naléváme odměrnou kádinkou vodu. Dolévání postupně opakujeme (podle druhu papíru až do 500 ml vody). Po chvíli roličku zvedneme - miska je bez vody. Převážením před pokusem a po pokusu můžeme ověřit hmotnost nasáklé vody. Pokus můžeme použít i pro soutěž v odhadu.

4. Setrvačnost papírové kuličky

Kus toaletního papíru (asi 1m) zmačkáme do kuličky a vložíme ji do papírové trubičky. Kulička zmačkaného papíru musí mít stejný průměr jako trubička - nesmí však samovolně vypadávat. V jedné ruce držíme svislou trubičku s papírovou kuličkou a dlaní druhé ruky s roztaženými prsty se ji snažíme shora vyklepnout z trubičky dolů ven. Papírová kulička však nevypadne, naopak popolézá uvnitř trubičky vzhůru. Příčinou tohoto jevu je setrvačnost papírové kuličky. Z trubičky kuličku odstraníme např. vyfouknutím.

5. Moment setrvačnosti

Vyrobíme dva stejně hmotné válce stejného poloměru, ale jiných momentů setrvačnosti z papírových trubiček, papíru a kovových tyček. Jeden válec má tyčky (minimálně 3) u osy a druhý u vnitřního obvodu. Zbývající prostor válečků vyplňuje papír. Oba válce necháme naráz společně ze stejné výšky kutálet po nakloněné desce. Z rozdílného pohybu válců usuzujeme na význam jejich momentů setrvačnosti pro pohyb.

6. Rovnovážné polohy

Papírovou trubičku položíme postupně na rovnou desku stolu, do korýtky (např. kus plechu či plastového okapu) a na vrchol korýtky. Tak demonstrujeme postupně rovnovážnou polohu volnou, stálou a vratkou u pevného tělesa.

7. Kolumbova trubička

Do papírové trubičky zasuneme ke vnitřnímu obvodu zátěž (kovovou tyčku, kus plastelíny apod.) a zbývající prostor vyplníme papírem. Jednu podstavu pak zalepíme papírovým čelem, na které nakreslíme rysku procházející středem čela a místem vložené zátěže. Vyrobíme druhou stejnou trubičku, ale bez zátěže. Pak obě trubičky položíme vedle sebe na stůl čely se svislou ryskou. Prázdnou trubičku pootočíme do libovolné polohy. Trubička s tyčkou se vrací do původní polohy (jako Kolumbovo vejce).

8. Stabilita trubičky

Jednu stranu papírové trubičky šikmo odstříháme a zalepíme oválným čelem z kartonu. Trubičku pak prodloužíme připevněním další papírové trubičky. Úhel sestřížení musí být takový, aby se prodloužená trubička po postavení na tuto podstavu převrátila. Pak do prodloužené trubičky nasypeme trochu písku tak, aby zůstala stát. Dalším přispíváním dosáhneme zvýšení těžiště a tak opětovného převrácení prodloužené trubičky.

9. Pevnost papírové trubičky

Papírovou trubičku rukou lehce z boku deformujeme. Stlačit papírovou trubičku na její podstavy se však podaří jen značnou tlakovou silou. Modifikací je zatížení svisle postavené trubičky na stole závažím (1 kg, 2 kg, 5 kg). Efektivní variantou pokusu je použití několika trubiček jako nožek improvizované stoličky, na kterou je možno stoupnout či sednout. Žákům připomeneme využití pevnosti papírové trubky ve stavebnicovém papírovém nábytku.

10. Beztízný stav

Papírovou trubičku propícháme dvakrát v polovině délky. Otvory protáhneme pružné vlákno, na jehož konce přivážeme symetricky dvě středně hmotné matice, a to tak, aby při nenapnutém vlákne zůstávaly uvnitř trubičky. Tyto matice pak natažením vlákna necháme mírně viset přes hrany vodorovné trubičky. Trubičku necháme padat volným pádem, kdy je soustava v beztížném stavu a na matice působí jen pružné síly vlákna. Proto jsou matice vtaženy vláknem zpět do trubičky.

11. Bernoulliho rovnice I

Dvě papírové trubičky svisle zavěsíme pomocí nití na stojan tak, aby mezi nimi byla malá štěrbin (asi 1 cm). Foukneme-li brčkem (úzkou trubičkou) do této štěrbyny - trubičky se k sobě díky tlakovým poměrům přitáhnou.

12. Bernoulliho rovnice II

Z role odmotáme asi 20 cm toaletního papíru, který shora visí z role dolů. Fouknutím nad roli papíru se visící papír díky tlakovým poměrům zvedne do vodorovné polohy.

13. Proudění vzduchu za překážkou

Na podložku připevníme svisle destičku, na kterou svisle nasadíme papírovou trubičku. Za trubičku postavíme zapálenou svíčku. Brčkem (úzkou trubičkou) foukáme vodorovně na trubičku. Za ní schovaný plamen svíčky se díky laminárnímu proudění vzduchu skloní směrem foukání vzduchu. Pak odstraníme trubičku a pokus zopakujeme s destičkou. Plamen svíčky se díky turbulenci za destičkou skloní proti směru foukání vzduchu.

14. Zhášení svíčky

Na jednu podstavu papírové trubičky navlékneme blánu z odstříženého gumového nafukovacího balónku. Zapálíme svíčku. Ze vzdálenosti 20-50 cm zamíříme volným otvorem trubičky na plamen svíčky, natáhneme blánu a vystřelíme vzduchový vír, který sfoukne plamen svíčky.

15. Vedení zvuku ve vzduchu

Na obě podstavy papírové trubičky nasadíme a gumičkou upevníme čela z pružného papíru (celofán apod.). Ve svislé poloze nasype na horní čelo suchý písek. Šíření zvukového signálu ve vzduchu uvnitř trubičky demonstrujeme pomocí poklepu prstem na spodní čelo. Zrnka písku na horním čele poskočí.

16. Provázkový telefon

Dvě papírové trubičky opatříme nalepeným čelem z tuhého papíru. Uprostřed těchto čel propícheme jehlou otvor, kterým protáhneme provázek uvnitř trubičky zakončený uzlíkem. Provázek mezi dvěma trubičkami napneme a tak jsme vytvořili provázkový telefon. Do jedné trubičky polohlasně hovoříme a tuto řeč posloucháme ze druhé trubičky, kterou přiložíme k uchu.

17. Spalovací motor

Na nehořlavou podložku (sklo, plech) postavíme papírovou trubičku uzavřenou volným alobalovým víčkem. Do trubičky prorazíme v dolní části malý otvor. Na podložku kápneme několik kapek lihu, které přiklopíme trubičkou s víčkem. Po chvilce na odpaření (děj lze urychlit protřepáním několika kuliček z alobalu) hořlaviny přiložíme k otvoru zapálenou špejli či krbovou zápalku. Víčko po výbuchu hořlavé směsi vyskočí. Pokus musí velmi opatrně provádět učitel, předem jej vyzkouší a použije bezpečnostní pomůcky (štíť, nehořlavá podložka).

18. Elektrostatická síla

Papírovou trubičku zavěsíme ve vodorovné poloze na nit na stojan. Třením nabijeme těleso (např. plastovou fólii). Nabitým tělesem se přiblížíme k zavěšené papírové trubičce. Elektrostatickou silou pohybuje trubičku.

19. Tepelné účinky elektrického proudu

Papírovou trubičku omotáme několika závity odporového drátu. Ten pak připojíme k akumulátoru. Po několika sekundách se drát průchodem elektrického proudu zahřeje a vypálí do trubičky stopu závitů.

20. Dírková komora

Na jednu podstavu papírové trubičky připevníme (např. pomocí gumičky) kousek tenkého papíru (např. pauzovací papír) jako stínítko. Na druhou podstavu pak připevníme neprůsvitný papír (např. přilepíme pevný karton nebo alobal), do kterého prorazíme otvor (např. hrotem kružítka). Před tímto otvorem zapálíme svíčku či zápalku, jejíž plamen se převráceně zobrazí na stínítku z tenkého papíru.

Velmi účinným výukovým prostředkem je projektová výuka. Jednoduché projekty lze realizovat i s pomocí papírových trubiček. Produktem projektové práce žáků mohou být např.:

- krasohled;
- motorek na gumové vlákno;
- modely souhvězdí;
- transformátor;
- trubička jako black-box;
- dalekohled;
- mikroskop.

Papírové trubičky je možno využít nejen ve výuce fyziky, ale i v dalších přírodovědných předmětech. Mohou posloužit i jako prostředek mezipředmětové výuky - např. v rámci environmentální výchovy. Papírové trubičky se dají využít např. při:

- výrobě improvizované lupy;
- výkladu závitu šroubu.