

Fyzika v lékárníčce[†]

Josef Trna, Pedagogická fakulta MU Brno, Gymnázium Boskovice, ZŠ Lysice*

Školní fyzikální experiment se liší od vědeckého především tím, že jeho cílem je žákovu poznání již dříve vědcem-fyzikem objevené zákonitosti. Tento experiment v sobě sjednocuje vědeckou, technickou a didaktickou složku. Naše pozornost je obvykle zaměřena především na vědeckou správnost a technickou dokonalost provedení školního experimentu. Často je však podceňována složka didaktická. Realizujeme-li ve výuce precizně vědecky vyložený a technicky dokonale provedený pokus, avšak špatně didakticky zpracovaný a použitý, jeho vzdělávací účinnost bývá nízká.

Pro použití školních fyzikálních experimentů platí řada didaktických zásad. Jedna z nejdůležitějších vychází z výzkumu pedagogických psychologů a doporučuje co nejširší používání žákovských experimentů, kdy žák sám tvorí, a tak efektivně poznává, vzdělává se a přirodovědně se vychovává. Role učitele je v tomto případě především organizátorská a motivační. Žáci by sami měli vymýšlet a realizovat různé varianty již známých pokusů nebo dokonce tvorit pokusy nové.

Příkladem takového typu žákovských experimentu mohou být následující pokusy, jejichž současným prvkem je tvorivé použití plastových injekčních stříkaček a jejich částí.

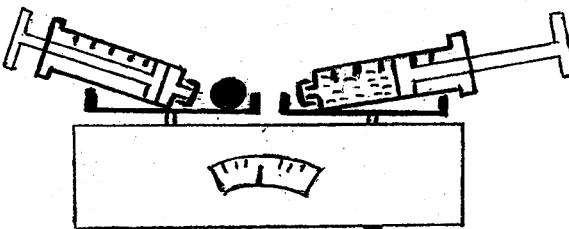
Plastové stříkačky lze pořídit s poměrně nízkými náklady v lékárně. Stříkačka se skládá z pouzdra s trnem, pístu a jehly, která se nasazuje zatlačením plastové násadky na kónický trn. Z bezpečnostních důvodů používáme jehlu jen při demonstračních učitelových pokusech nebo s přísným dozorem učitele. Pro zmenšení průtoku můžeme použít násadku jehly, ze které opatrně pomocí kleští (kroutivým pohybem) vytáhneme jehlu a násadku nasuneme na trn pouzdra. Pokud tuto násadku zahřáním zatavíme, získáme zátku na uzavření stříkačky. Na propojování stříkaček použijeme silikonové hadičky zakoupené také v lékárně nebo plastové hadičky a spojky pořízené v akvaristické prodejně.

1. Měření objemu

Ocejchované injekční stříkačky (2, 5, 10, 20, 60, 150 ml) můžeme využít v řadě experimentálních úloh na měření objemu kapaliny, drobných tělesek apod.

2. Měření hmotnosti

Chybějící závaží při měření hmotnosti na rovnoramenných vahách můžeme nahradit dvojicí stejných stříkaček a destilovanou vodou. Jednu prázdnnou stříkačku položíme na misku s váženým předmětem a druhou naplněnou destilovanou vodou těleso vyvažujeme. Hmotnost tělesa pak určíme podle objemu destilované vody ve stříkačce ($1 \text{ ml} = 1 \text{ g}$).

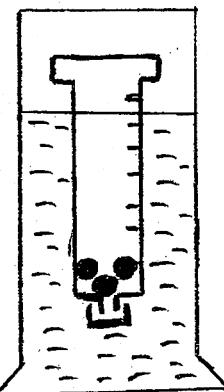


[†] Článek je rozšířením příspěvku autora na Veletrhu nápadů učitelů fyziky 6. Sborník příspěvků z této akce vydalo Vydavatelství Univerzity Palackého v Olomouci (editor: O. Lepil) v roce 2001.

* trna@ped.muni.cz

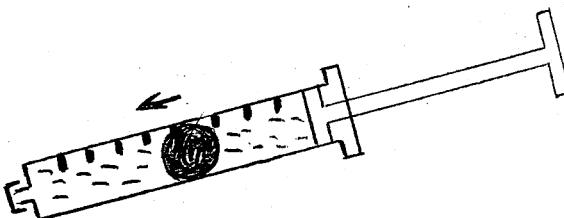
3. Měření hustoty kapaliny

Trn pouzdra stříkačky uzavřeme víčkem a zatížíme vložením několika broků (vhodný počet vyzkoušíme). Takto vznikne model hustoměru, který se potopí do různé hloubky v kapalinách s odlišnou hustotou. Tento jednoduchý hustoměr můžeme ocejchovat pomocí skutečného hustoměru (nebo známých kapalin) a použít jej pro orientační měření hustoty kapalin. Vhodná je speciální inzulínová stříkačka (dosažitelná opět v lékárně), ze které vytáhneme jehlu a zahřáním přímo zatavíme její trn.



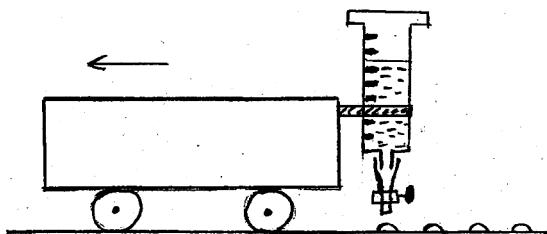
4. Rovnoměrný pohyb

Do stříkačky vložíme plastovou či skleněnou kuličku, která má jen o málo menší průměr, než je světlost stříkačky. Nasajeme vodu, vytlačíme vzduch a víčkem uzavřeme trn stříkačky. Na kloněním stříkačky uvedeme kuličku do rovnoměrného pohybu. Při průchodu kuličky kolem ryseku na pouzdře stříkačky můžeme ověřovat stejně velké časové úseky pohybu kuličky.



5. Rovnoměrný a nerovnoměrný pohyb

Na zadní část vozíku upěvníme svisle pouzdro injekční stříkačky, na jehož trnu je nasazena krátká hadička s regulační tlačkou. Pouzdro naplníme čistou nebo obarvenou vodou a pomocí tlačky ji necháme v pravidelných časových intervalech odkapávat. Vozík uvedeme do pohybu. Kapky vody vytvoří na papírové podložce sled značek, jejichž vzájemné vzdálenosti lze měřit a demonstrovat tak rovnoměrný i nerovnoměrný pohyb vozíku.



6. Akcelerometr

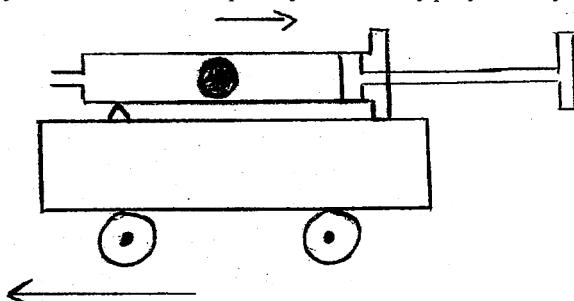
Do stříkačky vložíme dvě stejné pružinky, mezi nimiž umístíme ocelovou kuličku nebo váleček. Pružinky je možno nahradit dvěma dvojicemi pecičkových keramických magnetů,

které se v každé dvojici vzájemně odpuzují. Takto vytvořený akcelerometr připevníme na vozík ve směru jízdy. Při rozjíždění, jízdě a brzdění vozíku pozorujeme různé stlačení pružinek a určujeme tak poměrnou velikost a směr jeho zrychlení. Pro snadnější pozorování je vhodné stříkačku naplnit vodou, která tlumí rychlé pohyby kuličky (válečku). Akcelerometr můžeme použít i při pádu či otáčivém pohybu.



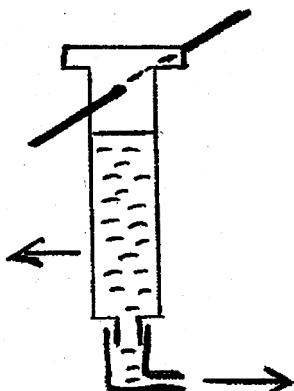
7. Setrvačnost

Na vozík připevníme ve směru jeho pohybu injekční stříkačku, v níž je umístěna kovová kulička. Při rozjíždění a brzdění vozíku pozorujeme setrvačný pohyb kuličky.



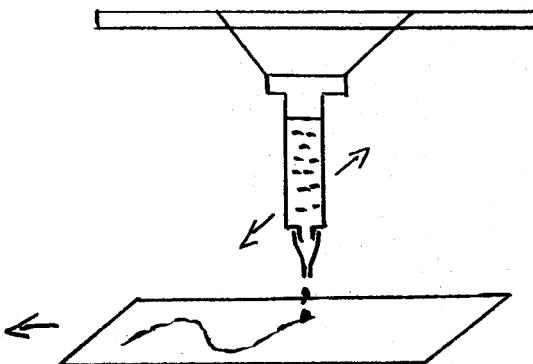
8. Akce a reakce

Pouzdro stříkačky přibližně v polovině její délky kolmo skrz propchneme jehlou a na této jehle je svisle zavěsíme tak, aby se lehce kývalo. Na trnu pouzdra nasadíme hadičku (asi 10 cm) s L-trubičkou na konci zúženou v trysku. Do pouzdra nalijeme vodu, která otvorem v L-trubici vystříkne ve směru kývání, a tak se pouzdro s trubicí odkloní od svislého směru.



9. Kyvadlo s netlumenými kmity

Pouzdro stříkačky (např. 5 ml) zavěsíme bifilárně tenkou nití na stojan. Zatížíme je omotáním drátem. Otvor trnu zúžíme nasazením násadky od injekční jehly. Do pouzdra nalijeme obarvenou vodu (např. inkoustem), která vykapává na papírový pás. Kyvadlo rozkmitáme a naznamenáme časové rozvinutí jeho kmitů pomocí stop vytvořených obarvenou vodou, kapající ze stříkačky na papírový pás rovnoměrně ručně taženým (viz obr. na následující straně).

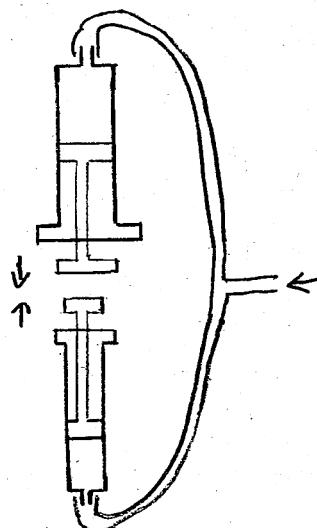


10. Kyvadlo s tlumenými kmity

Pouzdro stříkačky (např. 5 ml) upevníme na plastovou pásku (např. páška na svazování beden) a upevníme do stojanu. Pouzdro nezatěžujeme. Otvor trnu zúžíme nasazením násadky od injekční jehly. Do pouzdra nalijeme obarvenou vodu (např. inkoustem), která vykápává na papírový pás. Kyvadlo rozkmitáme a zaznamenáme časové rozvinutí jeho kmítů pomocí stop vytvořených obarvenou vodou, kapající ze stříkačky na papírový pás ručně rovnoměrně tažený. Změnou délky pásky měníme frekvenci kmítů. Koefficient útlumu kmítů závisí na druhu použité pásky.

11. Tlaková síla

Závislost velikosti tlakové síly na velikosti plochy demonstrujeme pomocí dvou injekčních stříkaček s lehce se pohybujícími pisty různých průměrů. Stříkačky se zasunutými pisty upevníme do stojanu proti sobě. Propojíme je hadičkami pomocí T-spojky s hustulkou. Hustulkou do stříkaček vháníme vzduch o stejném tlaku. Píst stříkačky většího průřezu zasunuje větší silou menší píst zpět do pouzdra stříkačky menšího průřezu. K pokusu jsou vhodnější skleněné stříkačky s kovovými pisty.



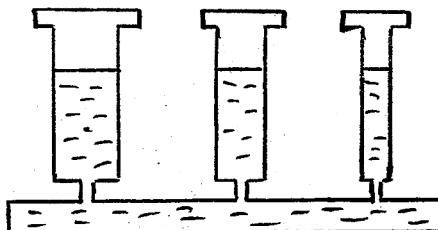
12. Stříkačka jako písťalka

Fóukáním ústy zapískáme na pouzdro stříkačky. Použijeme pouzdra. Tak měníme výšku tónu. Odříznutím víčka pouzdra s trnem vytvoříme písťalku, u které můžeme měnit výšku vzduchového sloupce (á tím i tónu) pomocí posouvání pistu. Obdobně je možno pískat na trn největší stříkačky (150 ml).

13. Spojené nádoby

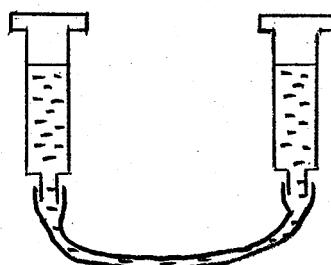
Různě velká stříkačková pouzdra propojíme krátkými hadičkami a akvaristickými L- a T-spojkami. Pouzdra svisle upevníme do stojanu. Pak např. do největšího pouzdra nalijeme

vodu a pozorujeme vyrovnaní hladin ve vzniklých spojených nádobách. Variantou je zasunutí různých stříkačkových pouzder do otvorů vyvrstaných v plastové trubce (např. vodoinstalační), jejíž konce uzavřeme gumovými či korkovými zátzkami.



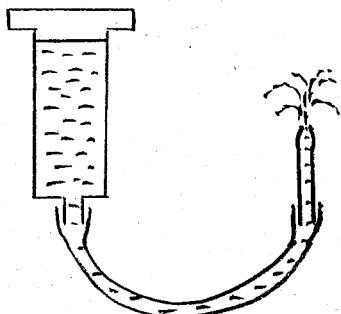
14. Vodováha

Na trny dvou stejně velkých stříkačkových pouzder (např. 10 ml) nasadíme hadičku. Do těchto svisle stejně vysoko upevněných propojených pouzder nalijeme vodu tak, aby po vyrovnaní hladiny sahaly přibližně do poloviny pouzder. Tak vytvoříme model hadicové vodováhy, používané ve stavebnictví.



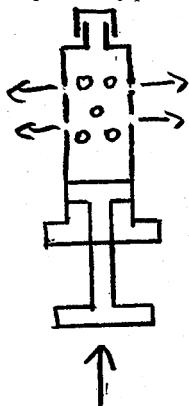
15. Vodotrysk

Na trn svisle upevněného pouzdra velké (např. 60 ml) injekční stříkačky nasadíme hadičku, na jejímž druhém konci je zasunuta skleněná trubička. Tato trubička je vytažená do zúžené trysky a je otočená vzhůru (hadička tvoří písmeno U). Do pouzdra napustíme vodu, která bude (po zdvihnutí pouzdra) z trysky vystříkovat.



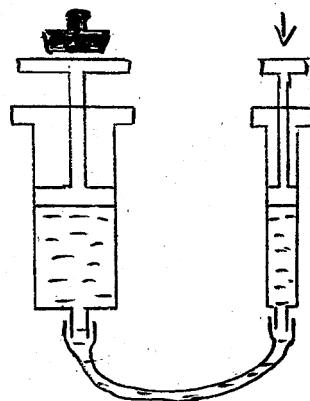
16. Pascalův zákon (ježek)

Středně tenkou jehlou několikrát na různých místech vytvoříme otvory v pouzdro stříkačky. Do stříkačky nasajeme vodu, pevně uzavřeme její trn zátkou a zatlačíme na píst. Modifikací je stejný pokus s obarvenou vodou provedený pod vodní hladinou v kádince.



17. Hydraulický lis

Funkci hydraulického lisu demonstруjeme pomocí dvou různě velkých stříkaček (například 5 ml a 20 ml), které propojíme hadičkou a naplníme vodou. Obě pak svisle upevníme do stojanu. Na stříkačku s větším průřezem pístu postavíme závaží. Zasunutím pístu malé stříkačky nadzdvihнемe závaží na větší stříkačce. Je třeba vedle závaží umístit srovnávací index nebo papír se sítí rovnoběžných čar. Alternací může být otočení velké stříkačky a stlačení podložené pružiny, molitanové kostky apod.



18. Vytahování zátoky z láhev

Skleněnou láhev naplníme co nejvíce vodou a zazátkujeme plastovou zátkou (korková není příliš vhodná). Na větší stříkačku (např. 60 ml) naplněnou vzduchem nasadíme jehlu, zátku propíchneme a prudce vtlačíme vzduch ze stříkačky do láhvě. Zátka vyskočí.

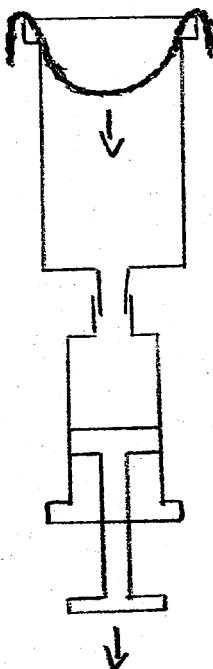
19. Karteziánek

Klasického karteziánka můžeme nahradit injekční stříkačkou (např. 2 ml), ve které je jako závaží umístěn olověný brok. Toto karteziánek je vhodné umístit do plastové lávhy (např. 0,5 l) zcela naplněné vodou a uzavřené šroubovacím uzávěrem.

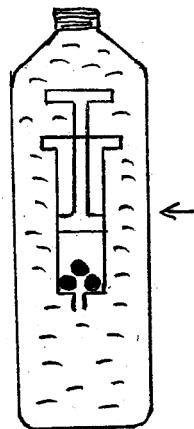
20. Stlačitelnost a pružnost vzduchu

Do stříkačky natáhneme vzduch a víčkem pevně uzavřeme otvor v trnu. Opakoványm stlačením a povolením demonstrujeme stlačitelnost a pružnost vzduchu uzavřeného ve stříkačce. →

21. Atmosférický tlak vzduchu I



Trn větší stříkačky (např. 60 ml) propojíme přímo nebo krátkou hadičkou s trnem pouzdra velké stříkačky (150 ml). Na toto pouzdro na-pneme gumovou blánu. Vytažením pístu stříkačky vytvoříme pod blánu v pouzdro podtlak a blána se prohne dovnitř pouzdra.

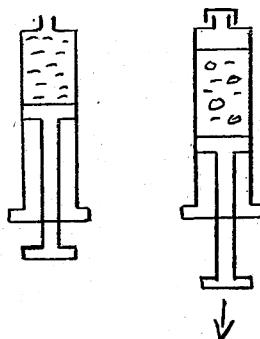


22. Atmosférický tlak vzduchu II

Trn větší stříkačky (např. 60 ml) propojíme přímo nebo krátkou hadičkou s trnem pouzdra velké stříkačky (150 ml). Na toto pouzdro pomocí gumičky napneme tenký papír nebo tenký mikrotenový sáček. Prudkým vytažením pístu stříkačky vytvoříme pod blánu v pouzdro podtlak a papír nebo mikroten se zvukovým efektem protrhne.

23. Uvolnění plynu z kapaliny

Do větší stříkačky (např. 20 ml) nasajeme vodovodní vodu nebo limonádu. Po odvzdušnění a uzavření trnu víčkem snížíme tlak povytažením pístu. Z kapaliny se začne v bublinkách uvolňovat vzduch nebo oxid uhličitý.



24. Tepelná roztažnost vzduchu

Do stříkačky nasajeme přibližně do poloviny vzduch a víčkem z obalu jehly uzavřeme otvor v trnu. Stříkačku ponoříme do kádinky s teplou vodou. Vzduch se roztahuje a vytlačuje píst stříkačky. Možno také zahřát vysoušečem vlasů.

25. Tepelná roztažnost vzduchu a kondenzace par

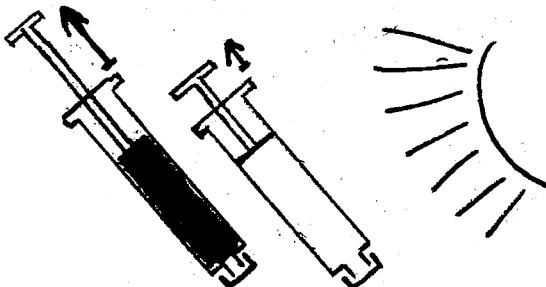
Do větší stříkačky nasajeme horkou vodu, aby se vyhřála. Vodu pak vytlačíme ven a rychle nasajeme vzduch. Trn stříkačky uzavřeme víčkem a ochladíme studenou vodou. Ochlazením vzduchu a vodních par a jejich kondenzací vznikne podtlak a píst se sám zasune do pouzdra.

26. Franklinův pokus

Injekční stříkačku (např. 20 ml) naplníme horkou vodou pod bodem varu. Po naplnění ji ve svíslé poloze trnem vzhůru odvzdušníme a uzavřeme trn víčkem (možno i prstem). Snížíme tlak povytažením pístu a voda začne vřít. Pokus je možno několikrát opakovat.

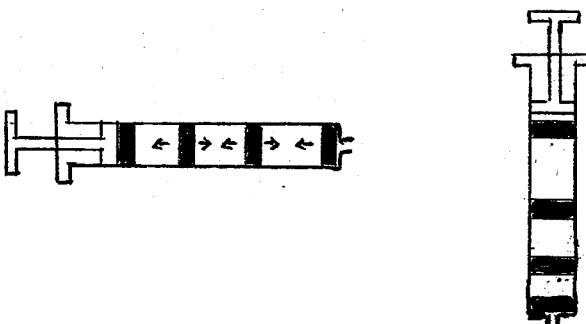
27. Pohlcování tepelného záření

Dvě stejné stříkačky (např. 10 ml) různě obarvíme (černě a bílé) nebo polepíme izolepou (černou a bílou). Nasajeme do obou stříkaček stejně množství vzduchu (asi polovinu objemu) a umístíme je vedle sebe do stejné vzdálenosti od silné žárovky (nebo infrazářiče). Po chvíli se začne vzduch ve stříkačkách rozpínat, avšak různě v závislosti na barvě pouzdra stříkačky.



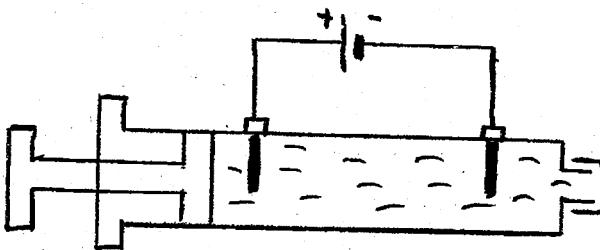
28. Magnety ve stříkačce

Do stříkačky (10 ml) postupně vložíme několik pecičkových keramických magnetů, které vkládáme tak, aby se vzájemně odpuzovaly. Demonstrujeme je nejdříve stlačené pístem k sobě, pak povytáhneme píst ve vodorovné i svíslé poloze. Je vhodné použít tento pokus jako základ problémové úlohy (viz obr. na následující straně).



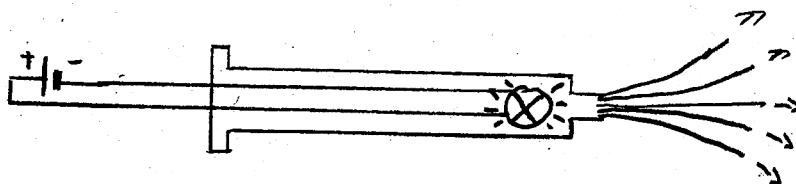
29. Elektrolýza roztoku

Jednu tenkou měděnou elektrodu (drátek) zavedeme trnem stříkačky a druhou kolem pístu. Do stříkačky nasajeme vodný roztok NaCl s několika kapkami fenolftaleinu. Zátkou uzavřeme trn. Elektrody připojíme k pólům ploché baterie. Kolem záporné elektrody se roztok zabarví červeně.



30. Světlovod

Trnem pouzdra stříkačky prostrčíme svazek kousků silnějšího silikonového vlákna. Do pouzdra, které obalíme neprůhlednou fólií (papírem), zasuneme tužkovou svítílnu. Konce vláken trčících z pouzdra jasně svítí.



Literatura

- [1] Matoušek J.: *Praktikum školských pokusů (návody k praktickým cvičením)*. Pedagogická fakulta MU, Brno 1993.