

# Fyzika v lékárně

Josef Trna, Pedagogická fakulta Masarykovy univerzity v Brně

*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 tělísek apod.

## 2. Měření hmotnosti

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

## 3. Měření hustoty kapaliny

Trn pouzdra stříkačky uzavřeme víčkem a zatížíme vložení 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 inzulinová 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. Nakloněním stříkačky uvedeme kuličku do rovnoměrného pohybu. Při průchodu kuličky kolem rysek na pouzdře stříkačky můžeme ověřovat stejně velké časové úseky pohybu kuličky.

**5. Rovnoměrný a nerovnoměrný pohyb** Na zadní část vozíku upevníme 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 brždění 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 brždění vozíku pozorujeme setrvačný pohyb kuličky.

### **8. Akce a reakce**

Pouzdro stříkačky přibližně v polovině její délky kolmo skrz propíchneme jehlou a na této jehle je svisle zavěsíme tak, aby se lehce kývalo. Na trn pouzdra nasadíme hadičku (asi 10 cm) s L-trubičkou na konci zúženou v trysku. Do pouzdra nalijeme vodu, která otvorem v L-trubici vystřikuje 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 zaznamenáme časové rozvinutí jeho kmitů pomocí stop vytvořených obarvenou vodou, kapající ze stříkačky na papírový pás rovnoměrně ručně taženým.

### **10. Kyvadlo s tlumenými kmity**

Pouzdro stříkačky (např. 5 ml) upevníme na plastovou pásku (např. páska 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 vykapává na papírový pás. Kyvadlo rozkmitáme a zaznamenáme časové rozvinutí jeho kmitů pomocí stop vytvořených obarvenou vodou, kapající ze stříkačky na papírový pás ručně rovnoměrně tažený. Změnou délky pásky měníme frekvenci kmitů. Koeficient útlumu kmitů závisí na druhu použité pásky.

### **11. Tlaková síla**

Závislost velikosti tlakové síly na velikosti plochy demonstrujeme pomocí dvou injekčních stříkaček s lehce se pohybujícími písty různých průměrů. Stříkačky se zasunutými písty upevníme do stojanu proti sobě. Propojíme je hadičkami pomocí T-spojky s hustilkou. Hustilkou 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 písty.

### **12. Stříkačka jako píšťalka**

Foukáním ústy zapískáme na pouzdro stříkačky. Použijeme pouzdra. Tak měníme výšku tónu. Odříznutím víčka pouzdra s trnem vytvoříme píšťalku, u které můžeme měnit výšku vzduchového sloupce (a tím i tónu) pomocí posouvání pístu. 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 vyrovnání hladin ve vzniklých spojených nádobách. Variantou je zasunutí různých stříkačkových pouzder do otvorů vyvrtných v plastové trubce (např. vodoinstalační), jejíž konce uzavřeme gumovými či korkovými zátkami.

#### **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 vyrovnání hladiny sahaly přibližně do poloviny pouzder. Tak vytvoříme model hadicové vodováhy, která je používána 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 pouzdru 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 demonstrujeme pomocí dvou různě velkých stříkaček (např. 5 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 nadzdvihneme 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 zátky z láhve**

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 propícháme a prudce vtlačíme vzduch ze stříkačky do láhve. Zátka vyskočí.

#### **19. Karteziánek**

Klasického karteziánka můžeme nahradit injekční stříkačkou (např. 2 ml), ve které je jako závaží umístěn olověný brok. Tohoto karteziánka je vhodné umístit do plastové láhve (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. Opakovaným stlačením a poveláním 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 napneme gumovou blánu. Vytažením pístu stříkačky vytvoříme pod blánou v pouzdru 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 blánou v pouzdru 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 alternovat zahřáním 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 svislé 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 bíle) nebo polepíme izolepou (černou a bílou). Nasajeme do obou stříkaček stejné 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 tepelně roztahovat, 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 svislé poloze. Je vhodné použít tento pokus jako základ problémové úlohy.

### **29. Elektrolýza roztoku**

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

### **30. Světlovod**

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