

Fyzika s hrncem

ZDENĚK DROZD

Matematicko-fyzikální fakulta UK, Praha

Úvod

V posledních letech se ve výuce fyziky stále častěji používají různé improvizované pomůcky. Který učitel fyziky ještě při výuce nepoužil např. plastovou láhev? Jednoduché pomůcky jsou oblíbené pro svou nízkou (často téměř nulovou) cenu a pro svou snadnou dostupnost. Neméně důležité je také to, že si je mohou snadno pořídit i žáci a experimentovat s nimi doma. Učitel potom např. může zadávat domácí úlohy experimentálního charakteru, což by s komerčně vyráběnými pomůckami nebylo tak snadné.

Při výuce můžeme používat i běžné předměty denní potřeby. Žáci přitom zjišťují, že fyzika je doslova na každém kroku a za každým rohem. Netypické pomůcky mohou do značné míry oživit výuku. Nemusíme s nimi přitom provádět žádné mimořádné pokusy, atypičnost pomůcky zvedne pozornost a zvědavost žáků. V následujícím příspěvku je popsáno několik pokusů s hrncem. Hrnec splňuje vše, co bylo výše uvedeno. Je to pomůcka snadno dostupná jak pro učitele, tak pro žáky a v hodině fyziky je to předmět dostatečně neobvyklý aby budil pozornost. Můžeme s ním přitom demonstrovat jevy z různých partií fyziky. Nejde samozřejmě o žádné originální pokusy. Bylo by je možné předvádět s jinými – klasickými – pomůckami. Cílem tohoto příspěvku je pouze to, aby inspiroval k netradičnímu pojetí běžných školních pokusů.

Hrnec ve výuce elektrostatiky

Mezi jednoduché pokusy, které se provádějí už na základní škole, patří elektrovaní těles. Používají se přitom elektrostatická kyvadélka, různé typy elektroskopů, plastové a skleněné tyče, flanelový hadřík, kůže apod. Mnohý učitel si vyrobí elektroskop ze zavařovací sklenice nebo z obyčejné plechovky. Vyzkoušejte si, že všechny základní pokusy z elektrostatiky lze předvést pomocí hrnce.

Nejlépe se hodí hrnec nerezový – dnes běžné vybavení každé domácnosti. Hrnec musíte položit na nějakou vhodnou izolační podložku. Nejlepší je kousek polystyrénu, vyhovuje i stabilnější (suchá) sklenička. Z alobalu si vystříhnete několik pásků širokých např. 2 cm a zhruba 10 cm dlouhých. Rozměry pásků přizpůsobte velikosti vašeho hrnce. Na jednom konci pásek ohněte do tvaru háčku tak, abyste jej mohli zavěsit na okraj hrnce. Pásek ohněte „dokulata“, nedělejte na něm ostrý sklad – špatně by se na hrnci pohyboval. Hrnec se zavě-

šenými pásky tvoří elektroskop (viz obr. 1). Nabijete jej pomocí novodurové trubky, kterou budete otírat kouskem vhodného hadříku (žáci pravděpodobně zaujmou tím, když budete trubku otírat o svetr, který máte na sobě). Trubku otírejte o hrnec tak, že s ní přitom otáčíte, abyste otřeli náboj z co největší plochy jejího povrchu. Pásky se vychýlí, což indikuje nabití hrnce elektrickým nábojem. Když nyní trubku opatrně přiblížíte k páskům, můžete pozorovat vzájemné odpuzování – náboj trubky a pásky (i hrnce) je tedy stejný. Dotknete-li se hrnce prstem, vybijete jej.



Obr. 1. Hrnec jako elektroskop

Nyní můžete žáky postavit před problém, jak nabít hrnec opačným nábojem než trubku. Není přitom povolena žádná jiná pomůcka než doposud. Problém můžete použít k objasnění jevu elektrostatické indukce. Řešení je následující. Nabitou trubku vsunete (shora) do hrnce aniž byste se trubkou hrnce dotkli. Trubku držíte zasunutou v hrnci a druhou rukou se dotknete hrnce. Potom trubku vyndejte. Pásky se opět vychýlí. Když nyní přiblížíte trubku k páskům, pozorujete vzájemné přitahování – hrnec má tedy opačný náboj než trubka.

Vysvětlení tohoto jevu věnujte náležitou pozornost. Jde o velmi důležité poznatky a o vytváření představ nutných k dalšímu chápání fyziky.

Hrnec můžete použít také jako Faradayovu klec. Stačí, když některé pásky zavěsíte na okraj hrnce tak, aby se dotýkaly vnitřní stěny hrnce, a zbylé pásky necháte zavěšené z vnějšku. Když budete nyní hrnec nabíjet, budou se vychylovat pouze vnější pásky. I tento jev je nutné žákům náležitě objasnit.

Žákům na ZŠ, kteří se s podobnými pokusy setkávají poprvé, často není jasná spojitost elektrostatických jevů s tím, co chápou pod pojmem elektrina ze své dosavadní zkušenosti. Nedokáží si představit, proč by to, že se pohybují

nějaké pásky na hrnci (nebo lístek klasického elektroskopu), mělo mít něco společného např. s elektrickým osvětlením. Často se ptají: „Může elektřina z hrnce rozsvítit žárovku?“ Snadno jim ukážete, že ano (rozsvítíte ale zářivkovou trubici, nikoliv běžnou žárovku – to ale žáci budou ochotni tolerovat). V zatemněné místnosti se dotkněte nabitého hrnce zářivkovou trubicí – ta blikne. K bliknutí dojde, i když se dotknete konce zářivky, kterou držíte za druhý konec nabitou novodurovou trubicí. Bliknutí se opakuje, když se dotknete jinou částí trubky. Je vidět, že plastem elektrický náboj „necestuje“, ale „čeká na místě“, až k němu zářivku přiblížíte. Hrnec se takto nechová, k bliknutí dochází pouze jednou – náboj zřejmě k zářivce „cestoval“. Tento pokus je dobrým východiskem k tématu elektrické vodiče a izolanty.

Hrnec ve výuce elektřiny a magnetizmu

Pomocí hrnce můžete ukázat jev elektromagnetické indukce, vznik Foucaultových vířivých proudů, objasnit Lenzovo pravidlo apod. Vyzkoušejte si pokus s bržděním magnetického kyvadla. Použijete opět nerezový hrnec. Z magnetu a kousku provázku si vyrobte kyvadlo. Vhodné spojení magnetu a provázku získáte tak, že na provázek přivážete maticku, k níž potom můžete snadno přichytávat různé magnety. Sestavte ještě stojan, na kterém bude kyvadlo zavěšeno. Stojan musí být výškově nastavitelný.

Na stůl postavte hrnec dnem vzhůru a nad něj umístěte kyvadlo (obr. 2). Předem vyzkoušejte, že hrnec není vyroben z feromagnetického materiálu – předved'te žákům, že se k němu magnet nepřichytí. Hrnec odsuňte, vychylte kyvadlo a nechte je kývat. Počítejte počet kyvů do

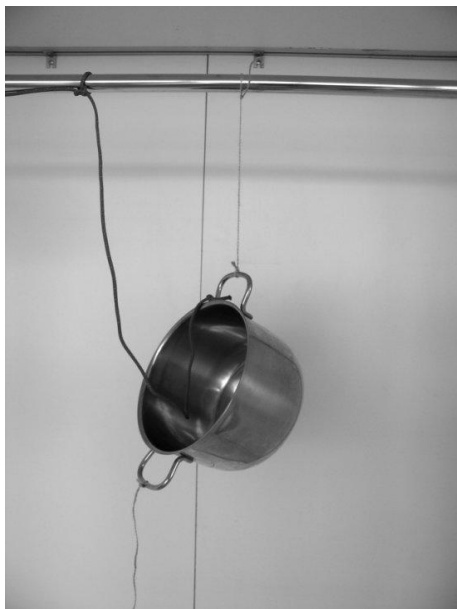


Obr. 2 Magnetické kyvadélko

utlumení pohybu kyvadla nebo změřte odpovídající dobu. V další fázi pokusu vsuňte pod kyvadlo hrnec (dnem vzhůru) tak, aby magnet kýval dostatečně vysoko nad ním (několik cm). Kyvadlo rozkývejte stejným způsobem jako před chvílí. V tlumení pohybu kyvadla nepozorujete žádné změny. V poslední části pokusu seřídte výšku stojanu tak, aby byl magnet (v klidové – rovnovážné poloze) těsně nade dnem hrnce. Opět rozkývejte kyvadlo. Nyní je jeho pohyb zřetelně tlumený (opět počítejte kyvy nebo měřte dobu do zastavení). Nyní můžete hovořit o vzniku vířivých proudů v materiálu hrnce a o tom, proč magnetické pole vytvořené těmito proudy brzdí pohyb kyvadla.

Hrnec ve výuce mechaniky

Hrnec lze použít také k pokusům z mechaniky. Vyzkoušejte si jeden z nich jako inspiraci pro vaše další pokusničení. Využijete toho, že hrnec má dvě ucha. Ta budou sloužit jako úchyty. K pokusu budete ještě potřebovat provázek a kovovou tyčku ze stativového materiálu (můžete použít i šroubovák nebo něco podobného). K oběma uchům hrnce přivažte asi 50 cm provázku.



Obr. 3 Hrnec připravený k trhání provázků. Tlustější provázek tvoří „pojistku“ proti poškození hrnce při pádu na zem

Volte takový provázek, který hrnec unese, ale jste schopni jej přetrhnout (i když obtížně). Aby žáci vše dobře viděli, je vhodný výrazný dvoubarevný kroucený provázek. Jeden z provázků přivažte k nějakému dostatečně pevnému úchytu – např. k madlu, za které se stahuje tabule. Hrnec s provázky vidíte na obr. 3. Je zde i provázek, který hrnec zachytí po přetržení horního závěsu. Jinak by se při dopadu na zem mohl hrnec poškodit. Nyní se žáků zeptejte, který provázek praskne, budete-li tahat za ten kus, který volně visí dolů. Bezpochyby dostanete odpověď, že praskne horní provázek, na kterém hrnec visí. Vše vypadá naprosto jasně a jednoduše. Pevnost obou provázků je stejná, horní je ale zatížen hrncem. Budete-li

tahat za spodní provázek, musí být horní závěs více namáhán a proto dojde k jeho přetržení. Vy ale předvedete, že umíte tahem za spodní provázek přetřhnout horní, nebo dolní kus podle vlastního výběru. Jak přetřhnout dolní provázek? Musíte za něj prudce šknout. Přitom byste si ale mohli poranit ruku. Proto provázek nejprve namotejte na kovovou tyčku nebo šroubovák a teprve za něj škněte. Skutečně se přetřhne dolní kus provázku. Žáky ještě upozorněte na to, že nepraskl v uzlu u ucha, to by vypadalo podezřele, můžete přece umět uzel, v němž je provázek málo pevný.

Ukažte, že umíte přetřhnout i horní provázek. Navažte nový kus k dolnímu uchu a nyní za provázek táhněte „pomalu“. Po chvíli praskne horní závěs.

Nyní máte velké množství látky k diskusi – obzvláště vhodný je tento pokus při probírání Newtonových pohybových zákonů. Hrnc ziskává díky síle, kterou na něj působí spodní provázek určité zrychlení, začne se pohybovat směrem dolů a napínat horní provázek. Ten se nejprve deformuje (převážně elasticky) a teprve po určité době napětí v něm dosáhne hodnoty meze pevnosti. Při prudkém šknutí je síla dostatečně velká na to, aby ve zlomku sekundy napětí v dolním provázku dosáhlo meze pevnosti. Hrnc má ale určitou „nechuť“ k rozpohybování se – ta je dána jeho hmotností – tak jak to říká 2. Newtonův zákon. Velká síla sice uděluje hrnci větší zrychlení, ale po velmi krátkou dobu. Působí jenom dokud spodní provázek nepraskne. Hrnc tedy nestihne způsobit dostatečnou deformaci horního provázku.

Hrnc a Archimédův zákon v plynech

Při tomto pokusu použijete hrnc v podstatě k tomu, k čemu byl původně určen – něco do něj nalijete. Tím něčím bude oxid uhličitý, který má větší hustotu než vzduch, a proto v něm určitou dobu zůstane. CO_2 získáte např. tak, že do sifonové lahve nedáte vodu, ale pouze do ní vypustíte obsah bombičky. Na trubičku, kterou se při běžném provozu sifonové lahve vypouští nápoj, nasadíte kousek gumové hadičky, aby se vám CO_2 lépe přefukoval do hrnce. Pomůcky pro provedení pokusu vidíte na obr. 4. Na hrnc přitom položte noviny a plyn přepouštějte pomalu. Když naplníte hrnc plynem, hadičku pomalu vytáhněte, abyste oxid uhličitý nerozvířili. Hrnc je stále přikrytý novinami. Připravte si bublifuk, opatrně sundejte noviny z hrnce a foukněte do něj bubliny. Ale pozor – ne přímo. To byste CO_2 z hrnce vyfoukli. Bubliny musíte do hrnce dopravit obloukem. Chce to trochu tréninku. Bubliny, které spadnou do hrnce, plavou na hladině CO_2 . Pokud se vám podaří vyfouknout bubliny různých velikostí a pokud je správně nasměrujete do hrnce, zjistíte, že malé bublinky jdou ke dnu hrnce, zatímco velké plavou. Je tedy vidět, že průměrná hustota malých bublinek je větší než hustota CO_2 , u velkých bublin je tomu naopak (svou roli zde

hraje hmotnost samotné blány bubliny). Je tedy vidět, že v oxidu uhličitém platí Archimédův zákon tak, jak jej žáci znají pro kapaliny. Poznatek lze zobecnit i na ostatní plyny.



Obr. 4 Pomůcky pro předvedení Archimédova zákona v CO_2

Závěr

Z hrncem lze provést řadu dalších pokusů. Můžete v něm např. vařit vodu, měřit přitom wattmetrem příkon elektrického vaříče a porovnat dobu potřebnou pro uvedení určitého množství vody k varu – jednou bez pokličky, podruhé s pokličkou. Můžete se pokusit určit měrnou tepelnou kapacitu vody, změřit tepelnou kapacitu hrnce apod. Také žáci možná přijdou s návrhem na to, který další fyzikální jev byste mohli pomocí hrnce demonstrovat – no a to je nejlepší známka toho, že fyziku učíte dobře.