

Z cizích luhů a hájů

Irena Dvořáková

Katedra didaktiky fyziky MFF UK

Abstrakt

V příspěvku budou představeny experimenty a fyzikální zajímavosti, které jsme buď získali od kolegů z ciziny, nebo jsme si je přivezli z cest po světě.

Úvod

Na cestách po naší republice i po světě může být zajímavé si všimat nejen architektonických památek a přírodních krás, ale i fyzikálních zajímavostí. Jste-li učitel fyziky, tak z fotografií těchto zajímavostí mohou vzniknout netradiční úlohy do hodin, ale třeba i do písemek. V první části příspěvku jsou uvedeny příklady úloh, které takto vznikly. Ve druhé části pak uvádím experimenty, které jsme získali od kolegů z Irska, Velké Británie a ze Slovenska.

Úlohy do sbírky

1. Zrcadlení

Zadání: *Popiš a vysvětli jev, který vidíš na fotografiích:*



Obr. 1, 2. Zrcadlení na silnici (foto z USA).

Komentáře a řešení: Zrcadlení samozřejmě není ničím neobvyklým ani na českých silnicích, kvůli němu není třeba jezdit do Spojených států. Při řešení úlohy by žáci měli popsat, že na povrchu silnice se utváří tenká vrstva rozpáleného vzduchu, který je opticky řidší než vzduch nad ním. Světlo se tedy na rozhraní opticky hustšího a řidšího prostředí láme a dochází k úplnému (totálnímu) odrazu. Proto se nám zdá, že je na silnici louže vody, ve které se světlo odráží.

2. Optický sloup

Zadání: *Jak je možné, že světlo udělá takový sloup, jaký vidíš na fotografii? Proč průvodci v tomto místě národního parku Antelope Canyon v USA vyhazují do vzduchu písek?*



Obr. 3. Světelný sloup (foto z Antelope Canyonu, USA).

Komentáře a řešení: V národním parku Antelope Canyon jsou krásné chodby a jeskyně vymleté v pískovci. V jednom jediném místě v určité hodině dopadají paprsky Slunce přímo dovnitř. My jsme měli štěstí, že jsme tento jev viděli a mohli obdivovat krásný světelný sloup. Průvodci vyhazují do vzduchu písek, aby se světlo více rozptýlovalo a sloup byl lépe vidět. S žáky lze diskutovat, zda si všimli podobného jevu někde jinde. Dobře bývají paprsky slunce pozorovatelné například u oken kostelů, kde se šikmo dopadající světlo rozptyluje na prachových zrnkách.

3. Zrcadlový objekt

Zadání: *Vysvětli, jaký optický jev pozoruješ na fotografii. Jaký obraz vzniká? (3 přidavná jména)*



Obr. 4. Zrcadlová „bublina“ (foto z Chicaga, USA).

Komentáře a řešení: V centru Chicaga je tento skleněný objekt, který zobrazuje okolní předměty jako deformované vypuklé zrcadlo. Obraz je tedy vzpřímený, zmenšený a zdánlivý. Opět je možné diskutovat se žáky, zda znají podobná zrcadla ze svého okolí, neboť kromě zrcadlových labyrintů se občas objevují podobné objekty jako reklamní předměty.

4. Slapové jevy

Zadání: *Obě fotografie byly udělány ze stejného místa. Popiš a vysvětli rozdíl mezi nimi. Odhadni, jaký nejkratší čas musel přibližně uběhnout mezi pořízením fotografií.*



Obr. 5, 6. Odliv a příliv (foto ze San Sebastienu, Španělsko).

Komentáře a řešení: V místech, kde je výrazný rozdíl mezi přílivem a odlivem, lze udělat podobné efektní fotografie. Důležité je, abyste je pořizovali pokud možno ze stejného místa s výrazným pozadím, aby žáci viděli rozdíl výšek hladin. Při řešení úlohy si žáci musí uvědomit, že se příliv a odliv opakuje dvakrát během dne, tedy doba mezi pořízením fotografií je nejméně zhruba šest hodin.

5. Zpětné zrcátko

Zadání: Na zadní stěně dodávky jsme viděli tuto ceduli. Vysvětli, co cedule říká, a proč si ji řidič na zadní stěnu dal.



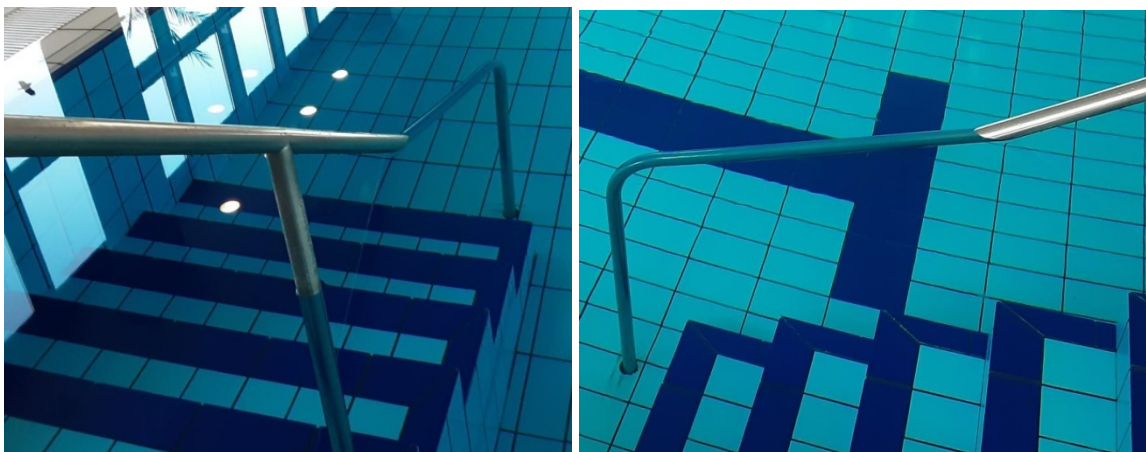
Obr. 7. Nápis na zadní stěně dodávky.

(překlad: „Nevidíš moje zrcátka? Pak ani já nemohu vidět tebe.“, foto z Dublinu, Irsko)

Komentáře a řešení: Při řešení této úlohy si žáci musí uvědomit a popsat vlastnosti rovinného zrcadla. Podobná úloha je například: *Když si vezmeš malé zrcátko a nastavíš ho tak, abys v něm viděl tvář spolužáka, může on ve stejném zrcátku vidět tebe? Můžeš zrcátko nastavit tak, aby tvoji tvář vidět nemohl? Zdůvodni pomocí obrázku.* Na rozdíl od situace na fotografii je možné žákům zrcátka dát a nechat je řešení vyzkoumat pomocí experimentu.

6. Lom světla

Zadání: U schůdků do bazénu jsem vyfotila podivné zábradlí. Popiš, co je na obrázku podivné a vysvětli pozorovaný jev.



Obr. 8a, 8b. Zábradlí u bazénu (foto z lázní Bükkföldö, Maďarsko).

Komentáře a řešení: U těchto fotografií bylo nejnáročnější vystihnout chvíli, kdy v bazénu nikdo není a hladina je klidná. „Zlomené“ zábradlí v místě hladiny vody je tak dobře vidět. Při úplném řešení úlohy by žáci měli popsat lom světla od kolmice na rozhraní voda-vzduch (zdrojem světla je pro nás ponořená část zábradlí). Paprsky dopadají do oka, to si je prodlouží a vytvoří zdánlivý obraz zábradlí v menší hloubce, než zábradlí skutečně je. Zdá se tedy, že je zábradlí zlomené směrem k hladině. Jedná se o stejný problém jako ve známé úloze, kde je ve skutečnosti ryba, kterou vidíme ve vodě při pohledu ze břehu.

6. Archimedův zákon

Zadání: *Prohlédni si obě fotografie, které vznikly v rozmezí několika sekund, a popiš rozdíl mezi nimi. Jak tento rozdíl nejspíše vznikl? Jak by se situace lišila, kdyby žena neplavala v bazénu termálních lázní se slanou vodou, ale v normálním bazénu?*



Obr. 9a, 9b. Archimedův zákon v bazénu (foto z lázní Bükfürdő, Maďarsko).

Komentáře a řešení: Mé tělesné proporce mi dovolují „spát“ v bazénu. Tedy vznášet se ve vodě bez pohybu, aniž bych se topila. Díky tomu mohla vzniknout tato dvojice fotografií – s nádechem a bez něj. V termálním bazénu se slanou vodou je to ještě jednodušší díky větší hustotě vody (tu jsme ale neměřili).

7. Rozcestník

Zadání: *V některých oblastech se na rozcestnících neuvádí vzdálenost v kilometrech, ale v hodinách. V jakých oblastech a proč se to dělá?*



Obr. 10. Rozcestník v horách (foto ze Slovenska).

Komentáře a řešení: Tato jednoduchá úloha vede žáky k přemýšlení o tom, že v horách je vhodnější měřit „vzdálenosti“ v hodinách místo v kilometrech. Při plánování výletu je výrazný rozdíl, zda půjdeme jeden kilometr po rovině nebo jeden kilometr s převýšením třeba 300 metrů.

Experimenty

1. Určení hustoty tužky

Tato laboratorní práce má velmi jednoduché zadání, snadno dostupné pomůcky, přesto však je pro žáky (a často i pro učitele) překvapivě náročná. Lze ji zkrátit tím, že žákům zadáme pouze první úkol. Doporučuji laboratorní práci zadávat žákům 8. či 9. ročníku, nikoliv žákům 7. třídy, kde se obvykle Archimedův zákon probírá. Úlohu jsem převzala od Petera Horvátha z FMFI Bratislava. Podrobnější popis aktivity je uveden ve Sborníku z dílen Heuréky 2009-2010 [1].

Úkol: *Urči (průměrnou) hustotu tužky pouze s uvedenými pomůckami. Výsledek ověř výpočtem pomocí vzorce.*

Pomůcky pro 1. úkol: zkumavka (dostatečně velká, aby v ní tužka plovla, a přitom část tužky přesahovala vršek zkumavky), voda, neořezaná tužka, měřítko délky (například papírový metr; je potřeba, aby žáci nemohli s rozumnou přesností měřit průměr zkumavky či tužky).

Pomůcky pro 2. úkol: digitální váhy, posuvné měřítko.

Tato laborka je poměrně náročná. Děti si musí uvědomit, že mohou využít toho, že tužka ve vodě plove, takže platí rovnováha mezi vztlakovou a tíhovou silou působící na tužku. Ve zkumavce musí tužka plovat ve svislé poloze, takže je možné vyjádřit obě síly pomocí příslušného objemu tužky (označení veličin V_t – objem celé tužky, V_{pon} – objem ponořené části tužky, ρ_t – hustota tužky, ρ_k – hustota vody):

$$F_g = V_t \cdot \rho_t \cdot g$$

$$F_{vzt} = V_{pon} \cdot \rho_k \cdot g$$

Tužka má stejný průřez, takže lze za objem dosadit součin průřezu a výšky, a získáme vztah, kdy poměr délky ponořené části tužky k celé tužce je roven poměru hustoty tužky a hustoty vody.

Ve druhé části laborky žáci měří rozměry tužky, vypočítají její objem, zváží a spočtou hustotu.

Nezbytnou součástí této laboratorní práce by podle mého názoru měla být reflexe, kdy žáci uvažují o tom, co vlastně během laborky dělali, co se naučili, jaký byl cíl jejich práce. Učitel by měl žáky pomocí vhodných otázek dovést k tomu, že hlavním cílem nebylo určení hustoty tužky, to asi v praxi nikdy takto dělat nebudou. Žáci by si měli uvědomit, že během laborky se hlavně učili pracovat „s písmenky“, upravovat algebraické výrazy. Je vhodné žákům promítnout řešení nějaké podobné úlohy např. ze Sbírký řešených úloh [2] a ukázat, že fyzika pracuje hlavně s písmeny, číselně se dosazuje až do konečného vzorce. Žákům obvykle dělá problém úprava algebraických výrazů, a tato laborka se bez nich neobejde. Není možné dosadit číselné hodnoty na začátku práce, prostě proto, že je není možné získat.

Úlohu je možné pro pokročilejší žáky nebo studenty ztížit tak, že dostanou k dispozici ořezanou tužku a musí diskutovat, zda (a jak) výsledek závisí na tom, že tužka nemá pravidelný tvar.

2. Experimentální odvození a aplikace Archimédova zákona (Jon Ogborn, UK)

Následující experiment, pocházející od kolegy z Anglie, jsem zařadila jako důležitou část výuky Archimédova zákona v metodice projektu Heuréka. Zde uvádím část této metodiky, nejen samotný experiment.

Děti se rozdělí do skupin, každá skupina má k dispozici průhledné plastové kalíšky 0,3 litru a 0,5 litru (lze použít i jinou vhodnou nádobu). Ve větším kalíšku je voda. Jedno dítě vloží malý kalíšek do vody a silou ho do vody zastrčí. Vnímají tak vztlakovou sílu, která působí přes kalíšek na ruku. Vedte děti k tomu, aby si všimly a popsaly, že síla, kterou musí vynaložit, aby kalíšek ve vodě udržely, závisí na tom, jak moc je kalíšek ponořený. Tedy vztlaková síla závisí ne na objemu celého tělesa, ale jeho ponořené části.

Zeptejte se dětí, jak by se dalo udělat, aby byl kalíšek ponořený stejně, jako je nyní, ale nikdo by ho nedržel. Děti by měly přijít na to, že by do kalíšku daly nějaké závaží, písek, apod. Nechte je to udělat.

Potom navrhněte, aby jako závaží použili vodu (ještě lépe obarvenou vodu, např. čaj). Jedno dítě zastrčí do vody prázdný kalíšek, drží ho v klidu, druhé dítě lije opatrně obarvenou vodu do ponořeného kalíšku tak dlouho, dokud se síly na kalíšek nevyrovnají. Děti popíší, kolik vody do kalíšku musely nalít. Možná s překvapením zjistí, že hladina v nádobě i v kalíšku bude stejně vysoko.

Pak nechte děti vlastními slovy formulovat závěr: Vztlaková síla se přesně rovná tíze kapaliny v kalíšku, neboť hladiny jsou vyrovnané (tíha kalíšku je zanedbatelná). Děti tedy z tohoto experimentu odvodí Archimédův zákon.



Obr. 11. Kalíšky s kapalinami.

V další části výuky můžete dětem zadat navazující problémové úlohy:

Připravte si barevně označené větší kalíšky naplněné obyčejnou vodou, slanou vodou a lihem, a stejně označené menší kalíšky se stejnými tekutinami.

Už víme, že v předchozím pokusu (voda – voda) byly hladiny vyrovnané. Nechte děti vymýšlet, jak se situace změní, když ponoříme například do velkého kalíšku s vodou malý kalíšek se slanou vodou (můžete použít libovolné další kombinace kalíšků).

Dle mých zkušeností tyto experimenty pomáhají dětem lépe porozumět Archimédovu zákonu, který bývá pro děti velmi obtížný.

3. Archimédův zákon ještě jednou (David Keenahan, Irsko)

Zadání úlohy: Lodička je uprostřed v prázdném bazénku, který je položený na hraně nějaké podložky. Síly jsou vyrovnané, lodička je v klidu (viz obr. 12a). Pokud lodičku přesuneme ke kraji bazénku, rovnováha se poruší, bazének přepadne přes hranu. (viz Obr. 12b).



Obr. 12a, 12b. Lodička v prázdném bazénku.

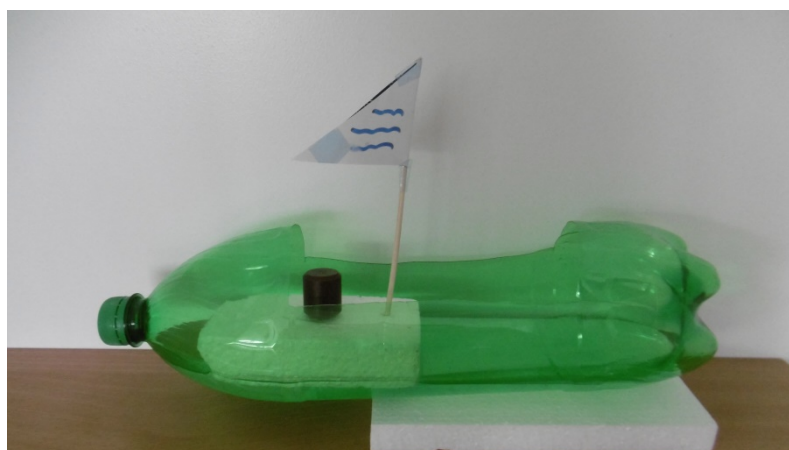
Poté do bazénku nalijeme vodu a experiment zopakujeme (Obr. 13a, 13b).



Obr. 13a, 13b. Lodička v bazénku s vodou.

Jak situace v Obr. 13b dopadne – překloupí se bazének, nebo zůstane v rovnováze?

Realizace experimentu (vyříznutá PET lahev jako bazének, lodička z polystyrénu se závažím):

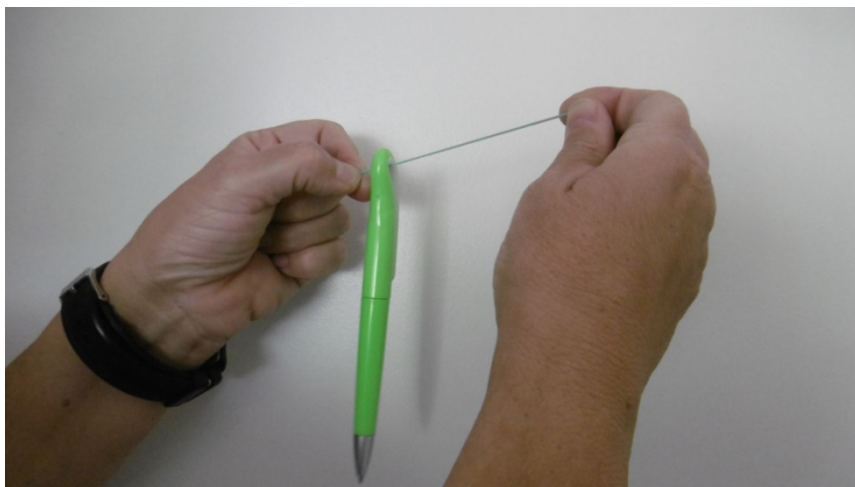


Obr. 14. Lodička v bazénku.

I z fotografie experimentu je vidět, že se lahev po posunutí lodičky nepřekloupila, zůstala v klidu. Vzhledem k tomu, že se posunutím lodičky ve vodě nemění poloha těžiště soustavy, není důvod, aby se láhev překlápěla.

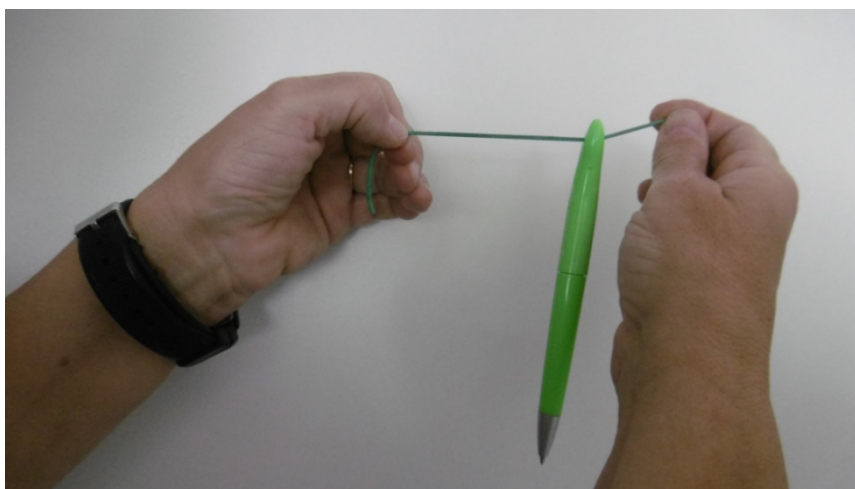
4. Kouzlo s gumičkou (Paul Nugent, Irsko)

Velmi překvapivý experiment nám ukázal kolega z Irska. Vzal do rukou gumičku, na které byla pověšená tužka, gumička byla mírně šikmo nahoru:



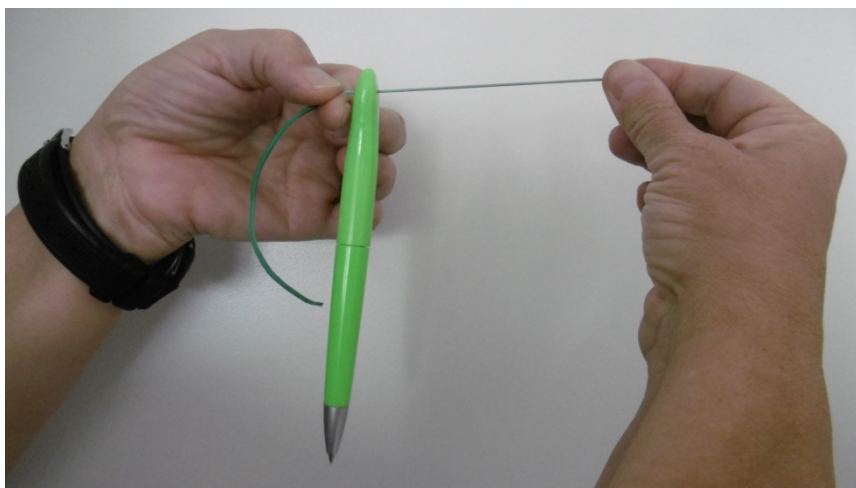
Obr. 15. Začátek kouzla s gumičkou.

Pak jsme s údivem pozorovali, jak se tužka pomalu sune směrem nahoru, přestože se ruce nehýbou, až do situace na Obr. 16.



Obr. 16. Závěr kouzla s gumičkou.

Při hledání vysvětlení z publika přicházejí různé nápady – že experimentátor gumičkou kmitá, takže tužka „poskakuje“ nahoru, že gumičkou otáčí a pomocí valivého tření se tužka posouvá atd. Nic z toho není správně. Vysvětlení nabízí fotografie na Obr. 17.



Obr. 17. Vysvětlení kouzla s gumičkou.

Na začátku experimentu „kouzelník“ gumičku natáhne a její zbytek schová do dlaně. Pomalým uvolňováním tohoto kousku se viditelná část gumičky smršťuje, a přitom se tužka posouvá vzhledem k dlaním (vzhledem ke gumičce zůstává tužka v klidu). Při pozornějším pohledu je vidět, jak se v průběhu experimentu změnila tloušťka gumičky.

Kouzlo je třeba předem nacvičit, aby ruce skutečně zůstávaly v klidu a nevzdalovaly se od sebe.

5. Kouzlo s lahví a tužkami (Paul Nugent, Irsko)

Od stejného autora jako kouzlo s gumičkou pochází i následující kouzlo. Asi všichni učitelé znají experiment, kdy se sklenička naplněná vodou přikryje papírem a otočí dnem vzhůru. Díky rozdílu tlaků a povrchovému napětí papír vodu ve sklenici udrží. Pokud je sklenička upravena tak, že je na její okraj nalepeno sítko či část punčochy, aby při zběžném pohledu úprava nebyla vidět, lze experiment zopakovat – nalít do skleničky vodu, přiložit papír, otočit dnem vzhůru – voda v ní drží. Potom však předvádějící sundá papír, a děti s překvapením pozorují, že voda ve skleničce stále drží. Není však možné do skleničky něco vložit.

Paul Nugent nám předvedl ještě lepší variantu. Vzal PET lahev plnou vody, odšrouboval víčko, otočil ji vzhůru dnem a pak začal do lahve vsouvat malé tužky a párátko (viz Obr. 18a). Náš údiv byl skutečně velký.

Řešení problému je však jednoduché. Lahev je uzavřena kolečkem, ve kterém je otvor o průměru 8 mm. Díky povrchovému napětí voda z lahve nevytéká, otvor je však dost velký, aby jím prošla tužka (viz Obr. 18b). Kolečko mi vytiskl kolega na 3D tiskárně¹.

¹ Pokud byste měli zájem o zaslání programu na tisk kolečka, napište mi na mail irena.dvorakova@mff.cuni.cz

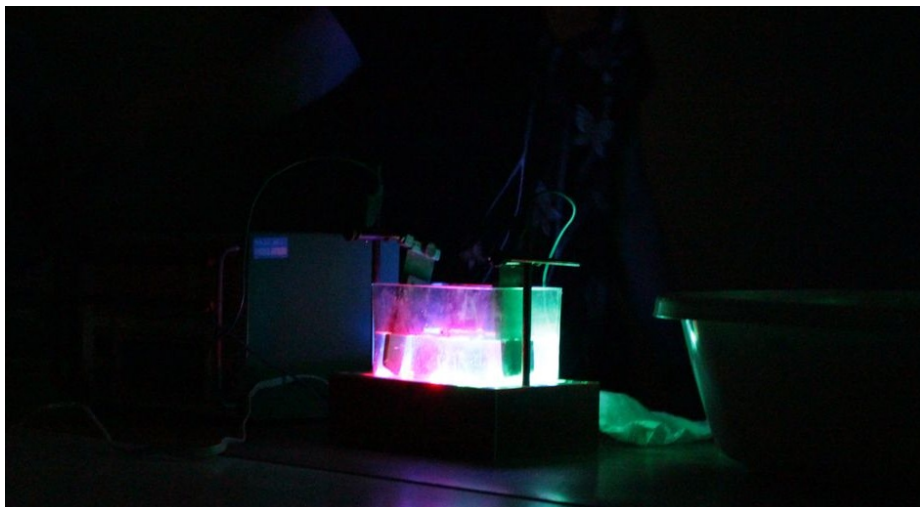


Obr. 18a, 18b. Vkládání další tužky do lahve s vodou; detail víčka.

6. Kouzlo s LEDkami (Matúš Lazúr, Bratislava)

Následující experiment možná znáte ve variantě, kdy LEDky položené na kouscích polystyrénu plovou na hladině osolené vody, kterou prochází proud, a při správné polaritě se LEDky rozsvítí. Žáci pak mohou zkoumat, za jakých podmínek LEDky svítí.

Ve variantě předvedené na konferenci jsme hrst LEDek vhodili do akvária a ty se rozzářily (viz Obr. 19).



Obr. 19. Svítící LEDky ve vodě.

Použili jsme malé akvárium (stačí cca 15 cm dlouhé), libovolné elektrody (přínejhorším lze použít i dva kusy alobalu), zdroj stejnosměrného napětí cca 30 V, přívodní vodiče, různobarevné (nejlépe velké) LED s od sebe roztaženými kontakty a osolenou vodu.

Tuto variantu doporučuji použít jako překvapivý motivační experiment před zkoumáním lodiček s LEDkami.

Závěr

Věřím, že nabídnuté úlohy a experimenty zpestří Vaši výuku a třeba Vás budou inspirovat k hledání fyzikálních zajímavostí na Vašich cestách po Česku i po světě.

Literatura

- [1] Horváth P.: *Experimenty inšpirované históriou*. In: Dílny Heuréky 2009-2010. Sborník konferencí projektu Heuréka. Ed.: L. Dvořák. Prometheus, Praha 2011. ISBN 978-80-7196-424-7. Dostupné online:
https://kdf.mff.cuni.cz/heureka/sborniky/DilnyHeureky_2009-2010.pdf
- [2] Sbírka řešených úloh. *Válec ponořený ve vodě*. Dostupné online:
<http://reseneulohy.cz/149/valec-ponoreny-ve-vode>