

Zajímavosti ze Science on Stage 2019 očima české výpravy

Jitka Houfková¹, Jana Havlíková Bittnerová², Zdeněk Hubáček³, Věra Koudelková², Kateřina Lipertová⁴, Dana Mandíková^{2, 5}, Jitka Soukupová⁶, Peter Žilavý^{2, 7}

¹KDF MFF UK, ²iQLANDIA Liberec, ³Gymnázium Kroměříž, ⁴Církevní gymnázium Plzeň, ⁵Mensa gymnázium, ⁶Gymnázium Stříbro, ⁷Gymnázium Pierra de Coubertina Tábor

Abstrakt

Účastníci mezinárodního festivalu učitelů přírodovědných předmětů Science on Stage 2019 v Portugalsku ve společném kombinovaném příspěvku prezentují vybrané pokusy, které je na festivalu zaujaly nebo které vzbudily velký ohlas, když je tam sami prezentovali.

Co je Science on Stage

Science on Stage [1], [2] je evropská iniciativa určená pro povzbuzení učitelů z celé Evropy ke sdílení osvědčených postupů ve výuce přírodovědných předmětů. Hlavním cílem Science on Stage je zlepšit výuku přírodních věd a motivovat tak více žáků ke kariéře v oblasti vědy a techniky.



Kromě akcí probíhajících v jednotlivých zemích organizuje Science on Stage řadu mezinárodních aktivit. Učitelé se přímo podílejí na tvorbě výukových materiálů, mezinárodních projektech a workshopech a vzájemně vzdělávají sebe i své žáky. Největší událostí jsou mezinárodní festivaly Science on Stage, na kterých se jednou za dva roky setkávají učitelé přírodních věd a matematiky od mateřských školek výše z celé Evropy a z Kanady, a během čtyř dní se dělí o své zkušenosti.

V roce 2019 se mezinárodní festival konal na přelomu října a listopadu v portugalském Cascais. Postery jednotlivých účastníků si můžete prohlédnout na [3]. Učitelé a lektori, kteří na něm reprezentovali ČR, byli vybráni odbornou porotou na České národní přehlídce Science on Stage, která se konala v říjnu 2018 tradičně v Liberecké iQLANDII, a v Portugalsku navázali na úspěchy českých reprezentantů na předchozích festivalech.

Projekt Jitky Soukupové Cestujeme se slavnými vědci a objeviteli byl oceněný mezinárodní porotou a zařazen mezi Highly Commended Projects.

Projekt Dany Mandíkové Od kura k turu a jiné zvukohraní byl mezinárodní porotou vybrán k předvedení při plenární části programu během festivalu.

Zdeněk Hubáček vedl na festivalu úspěšný workshop Vysoký a nízký tlak.

Všech sedm stánků našich reprezentantů bylo po celou dobu festivalu hojně navštěvovaných a doporučovaných ke zhlédnutí ostatním účastníkům.

Jitka Houfková byla znovu zvolena do mezinárodního řídicího výboru Science on Stage a dále v něm pracuje jako pokladník.



na Science on Stage festival 2022 v Praze.

Největší úspěch se povedl týmu z Elixíru do škol [4] zastoupenému Petrou Proškovou a Kateřinou Mlčkovou, který jednoznačně porazil Kazachstán a získal organizátorství příštího Science on Stage festivalu. Od 24. do 27. března 2022 se tak díky nim můžeme těšit na Science on Stage festival v Praze.

Informace o Science on Stage ČR naleznete na [2], o všech mezinárodních aktivitách se dočtete na [1], kde naleznete i materiály pro učitele vytvořené v rámci Science on Stage a odkazy na řadu různých webinářů, které učitelé zapojení do Science on Stage pořádají a které jsou zdarma přístupné všem zájemcům.

Chcete-li vidět podobné pokusy, jako jsou ty popsané dále, a mnoho dalšího, přihlaste se

Praktická ukázka jedné z metod hledání exoplanet (Jana Havlíková Bittnerová)

Na stánku učitele fyziky Ole Ahlgrena z dánského Roende si ostatní učitelé mohli kromě jiného prohlédnout velmi názorný pokus týkající se výzkumu exoplanet.

Jednou z nejúspěšnějších metod hledání planet u jiných hvězd je tzv. tranzitní metoda. Tato metoda využívá poklesu intenzity světla, ke kterému dojde, pokud planeta projde před hvězdou z pohledu pozorovatele. Tento jev pomohl objevit astronomům stovky exoplanet a celkem jednoduše jej lze demonstrovat i ve třídě.

Potřebné pomůcky: gramofon (případně jiná otočná deska s konstantní rychlostí otáčení), zdroj světla, modely planet (různě velké kuličky upravené tak, aby mohly rotovat na otočné desce), čidlo intenzity světla (luxmetr), datalogger nebo počítač, držáky k upevnění zdroje světla a luxmetru

Provedení pokusu: Zdroj světla umístíme pomocí držáku na střed otočné desky. Je potřeba zajistit, aby se přívodní kabel nezamotal do ostatních součástí pokusu. Zdroj světla musí být na stálém místě. Jako zdroj světla by šlo využít také světelnou baterku, ideálně takovou, z níž se šíří světlo v co největším úhlu.

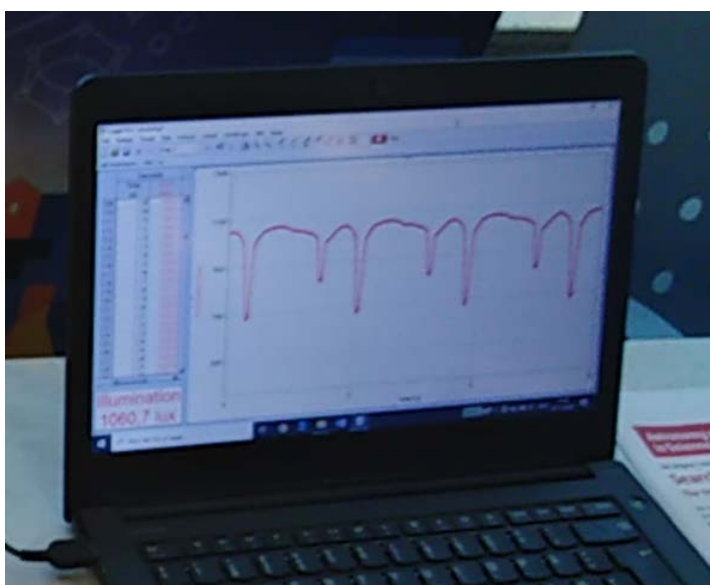
Na kraj otočné desky umístíme model planety. Ten je tvořen kuličkou na špejli a na stabilizačním stojánku (např. špalík dřeva). Planet může být více s různou velikostí. Úhlová rychlost otáčení bude při tomto uspořádání experimentu u všech „planet“ stejná.

Vedle otočné desky umístíme čidlo intenzity světla opět do stojanu, abychom zajistili stálé podmínky měření. Výška umístění luxmetru by měla přibližně odpovídat výšce, v níž obíhají planety.

Rozsvítíme žárovku, roztočíme otočnou desku a můžeme zahájit měření.



Obr. 1. Uspořádání experimentu.



Obr. 2. Poklesy intenzity osvětlení v zaznamenaném grafu.

Při měření je zaznamenávána a do grafu průběžně vykreslována intenzita osvětlení. Při správném uspořádání pokusu jsou na průběhu intenzity osvětlení jasně viditelné pravidelné poklesy. Protože při tomto měření byly použity 2 modely planet, vidíme na obr. 2 střídání poklesů s různou intenzitou. Menší pokles odpovídá menšímu modelu planety a větší pokles značí průchod větší planety před hvězdou.

Možné modifikace experimentu:

- jedna planeta – základní vysvětlení principu měření
- porovnání 1 obíhající planety malé a 1 obíhající planety větší – porozumění
- stejně velké planety v různé vzdálenosti od hvězdy – vliv vzdálenosti na pokles intenzity osvětlení
- více planet – složitější graf a jeho nutná interpretace žáky, hledání minim intenzity osvětlení a period poklesů
- luxmetr umístěný v různé vzdálenosti od zdroje světla – vliv vzdálenosti pozorovatele

Při všech různých variantách experimentu mohou žáci předpovídat výsledek a následně porovnat svou předpověď s výsledkem měření.

Technicky by se dal experiment vylepšit o různou úhlovou rychlost otáčení planet v různé vzdálenosti od hvězdy nebo o přidání měsíců k planetám. Pro základní porozumění principu tranzitní metody výzkumu exoplanet je však zcela postačující základní experiment.

Rakety a projektily (Jitka Houfková)

Z raketového projektu STEM učení s projektily Jane Shimizu, prvostupňové učitelky z Irska, se mi nejvíc líbily gumičkové rakety z termoizolačních návleků na trubky Mirelon. Za pomoci izolepy je k předku rakety připevněna vystřelovací gumička. V zadní části se trubka křížem nařízne a do zářežů se vloží směrová křídélka z papíru, která se před vypadnutím zajistí spodním kroužkem izolepy. Rakety Jane vystřelovala ze startovací rampy s úhloměrem a olovničkou z nitě a velkého korálku, díky kterým je možné přibližně odhadovat úhel, pod kterým je raketa vystřelena.



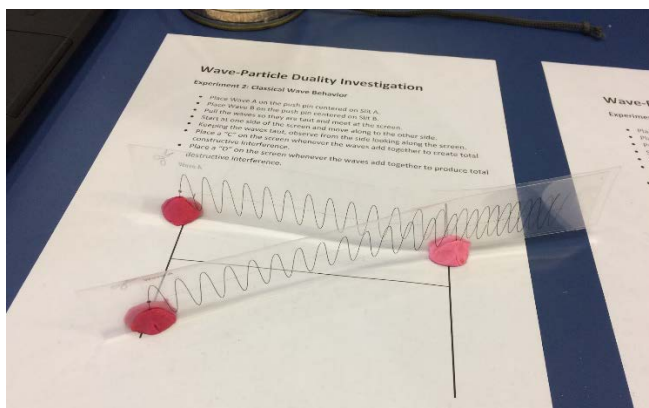
Obr. 3. Rakety z Mirelonu.



Obr. 4. Odpalovací rampa.

Interference na průsvítkách (Zdeněk Hubáček)

Pochopení konstruktivní a destruktivní interference ve dvojštěrbinovém pokusu je pro výklad interference klíčové. Kreslení situačních obrázků je poměrně zdouhavé a někdy se nepodaří dodržet vlnové délky. Velmi se mi proto na SonS líbila varianta s průsvítkami, která je použitelná ke kvalitativnímu výkladu i na úrovni základní školy. Použití k výkladu dualismu částic, které je na obrázku, je samozřejmě použitelné až na vyšším stupni.



Obr. 5. Místo, kde vzniká interferenční minimum.

Po zájemce jsem připravil šablony vytvořené pomocí Graph, které se vytisknou na slaidové fólie laserovou tiskárnou. Šablony jsou ke stažení na [5]. Úkolem pro žáky bude nalezení a vyznačení interferenčních maxim a minim na stínítku. Pokud vyznačíme optické dráhy, můžeme spočítat i násobky vlnových délek, které jim přísluší.

Polydensity bottle (Kateřina Lipertová)

Na Science on Stage se jezdí proto, aby člověk potkal spoustu zajímavých lidí a nakoukal všechny ty úžasné fyzikální (i jiné) vychytávky, kterými pak ohromí své žáky a kolegy. Ani v Portugalsku tomu nebylo jinak. Moc se nám líbily pokusy, které přivezli kolegové z Irska. A „polydensity bottle“, kterou prezentoval Seán Kelleher, byla přesně ta věc, kterou jsme si všichni hned chtěli taky vyrobit. Po návratu domů jsem výrobu svěřila svému bývalému studentovi, Danu Svobodovi. A dobře jsem udělala. Letos už je studentem VŠCHT, a tak k původnímu receptu přidal ještě poznámky, na co si dát při výrobě pozor, a k fyzikálnímu popisu ještě popis chemický.



Obr. 6. Jednotlivé fáze rozložení korálků v polydensity bottle.

Příprava

1. Připravíme si stejný objem destilované vody a čistého isopropanolu (kvalita p.a., čistota >99,9 %), NaCl, „zapékací korálky“, „pony beads“, PET lahev.
2. V připravené vodě rozpustíme čistý NaCl v poměru 6 g NaCl na 30 ml vody.
3. Nejprve nalijeme do lahve trochu isopropanolu a přilijeme trochu roztoku NaCl (cca 1/8 objemu isopropanolu a 1/8 roztoku NaCl). Při příliš vysoké koncentraci může dojít ke vzniku bílé sraženiny. Pokud se sraženina objeví a nepodaří se nám ji rozmíchat, je potřeba roztok soli zředit.
4. Postupně přilijeme zbytky obou kapalin do lahve. Nad kapalinami ponecháme vzduchovou kapsu kvůli snazšímu promíchání obou kapalin.

5. Přidáme dostatečný počet korálků obou druhů. Oba typy korálků se musí lišit svojí hustotou. Prvním typem (nižší hustota) jsou tzv. „zapékací korálky.“ Druhým typem (vyšší hustota) jsou tzv. „pony beads.“
6. Lahev uzavřeme. Pořadí vrstev od hladiny ke dnu je isopropanol, „zapékací korálky,“ „pony beads,“ slaná voda.
7. Lahev protřepeme a postavíme na stůl. Zapékací korálky vyplavou k hladině, „pony beads“ klesnou ke dnu.
8. Po několika minutách se opět korálky „sejdou“ uprostřed lahve a systém se vrátí do původního stavu (viz bod 6).

Možné problémy při výrobě a co s nimi

- V případě, že koncentrace isopropanolu je znatelně nižší než 99,9%, spočteme objem čistého isopropanolu a zbytek budeme pro naše potřeby považovat za vodu – připravíme si tedy jen tolik vody navíc, aby byly po smíchání objemy vody a isopropanolu shodné.
- Anglický návod používá zavařovací sůl, „pickling salt“ nebo „kosher salt.“ My používáme čistý NaCl (p.a., čistota >99,9 %), protože tím zamezíme mechanickým i chemickým nečistotám, které mohou vést k zakalení směsi. Pokud se rozhodnete použít obyčejnou kuchyňskou sůl, vyberte z výše jmenovaného důvodu sůl bez obsahu jodu. Fluor by neměl být závadný.
- Na pomoc si můžete od vyučujících chemie zapůjčit magnetickou míchačku, která vás možná zaujme i sama o sobě.
- Po několika dnech se může dostavit nechtěný efekt, kdy se hustší korálky přestanou zvedat ode dna. Tento problém se nám podařilo vyřešit velice snadno a to přidáním malého množství NaCl.

Pokus očima fyzika

Lahev je zajímavou variantou známého „hustotního sloupce“. V našem případě trik spočívá v tom, že obě kapaliny rozdílných hustot lze snadno promíchat a zároveň se snadno oddělují. Na začátku pokusu solný roztok tvoří spodní vrstvu, která má vyšší hustotu než isopropanol. Oba typy korálků mají hustotu větší než isopropanol, ale menší než solný roztok. Když s lahví zatřepeme, kapaliny vytvoří emulzi, jejíž hustota je větší než hustota „zapékacích korálků,“ ale menší než hustota „pony beads.“ Proto „zapékací korálky“ vystoupají na hladinu, zatímco „pony beads“ klesnou ke dnu. Poté se obě kapaliny začnou postupně oddělovat a vše se vrátí do původního stavu.

Pokus očima chemika (verze VŠCHT, jen pro otrlé)

Uplatňujeme zde metodu vysolování. Ta patří již dlouho ke známým metodám získávání organických látek, kdy se jejich rozpustnost ve vodní fázi znatelně sníží a dojde k jejich vyloučení do organické fáze (nebo jako v tomto případě o oddělení vodní a organické fáze). (Pozn.: Obdobným způsobem se soli využívá také k opačnému efektu a to ke zvýšení rozpustnosti některých organických látek.) Ač je tato metoda využívána již dlouho, patrně se jí nevěnovalo tolik pozornosti, kolik by si zasloužila, a proto mechanismus stále ještě není úplně definován. Zjednodušeně řečeno se však hovoří o posílení hydrofobních

vlastností organických látek skrze vzájemné odpuzování elektronů a interakce s náboji koncentrovanými v iontech soli (zejména anionty), které vznikají rozpuštěním soli ve vodě. Z hlediska entropie je oddělení obou fází (tj. vodní a organické) naprosto nesmyslné. Oddělení je umožněno právě zvýšením hydrofobních vlastností látek, což vede ke shlukování molekul organických látek a jejich následnému vytlačení z vodného prostředí. Navíc analogické uspořádání zahrnující molekuly organických látek i ionty soli s vysokou koncentrací náboje, je z entropického hlediska ještě nepřipustnější. Dalším efektem, který se zde projevuje, je takzvaná solvatace iontů, kde dochází k interakci mezi rozpouštěnou látkou (v našem případě ionty soli) a rozpouštědlem (v našem případě voda). Rozpouštědlo obklopí rozpouštěnou částici a na základě elektrostatických interakcí vytvoří „obal“ kolem částice, což vede ke stabilizaci roztoku – jedná se tedy o jistou formu shlukování a snižuje se tím počet molekul rozpouštědla, které mohou interagovat s organickou látkou za pomoci nevazebných interakcí (např. vodíkové můstky, Van der Waalsovy síly aj.).

Reference a doporučené odkazy: [6] až [12]

Lodička na plynu (Věra Koudelková)

Inspirace k experimentu pochází od Patrika Claese z belgické organizace Spelenderwijzer (viz [13]), která pořádá vědecká představení pro děti i veřejnost.

Experiment je poměrně známý: alobalová lodička plove v nádobě naplněné plynem (video dostupné např. na [14]). Používaný plyn je SF_6 , který je ale velmi špatně dostupný (a pro běžné použití i drahý).

Podstatou experimentu tak, jak ho ukazoval Patrik Claes, je jiný používaný plyn: 2,3,3,3-Tetrafluoropropen, který byl vyvinut jako ekologičtější náhrada za chladivo do automobilových klimatizací. Prodává se pod označením PRF 4-44 Green, lze ho koupit v obchodech s elektronikou (často pod označením „stlačený vzduch“ určený pro čištění elektroniky od prachu viz např. [15]). Jeho hustota je přibližně 4× větší než hustota vzduchu.

Lodička je vyrobena z izotermické folie (lze koupit v lékárnách). Je potřeba, aby byla poměrně velká – lodička na fotografii má podstavu přibližně 12×18 cm a výšku asi 7 cm.



Obr. 7. Lodička a bubliny plovoucí na plynu.

Lze ukázat i další jevy, na které jsme zvyklí u plování na vodě – po zatlačení se zpátky vynoří, pokud ji zatížíme (např. tím, že do ní přidáme stejný plyn), klesne ke dnu. Velmi efektní je plování bublin z bublifuku – ty vypadají, že se vznáší uprostřed prázdné nádoby.

Literatura: [13] až [15]

Od kura k turu – kokrhající kelímek, bučící kbelík (Dana Mandíková)

Tento pokus se hodí k oživení výuky akustiky. Je finančně nenákladný. Žákům se velmi pravděpodobně bude líbit a mohou zkoušet podobné zdroje zvuku vyrábět i doma.

Pomůcky: plastové kelímky a kyblíčky různých velikostí (např. od jogurtů), velký plastový odpadkový koš (lze koupit např. v Bauhasu), hřebíček, kladívko, jutový provázek, kus hadříku, voda.

Provedení: Propíchneme dno kelímku a protáhneme jím provázek.

Na vnější straně dna provázek zajistíme větším uzlíkem, aby se při silnějším tahu nevyvlékl.

Držíme kelímek v ruce, do prstů vezmeme mokrý hadřík, stiskneme provázek a přejíždíme směrem dolů. Pak uděláme totéž s větším kelímkem, kyblíčkem a velkým kyblíkem. Budou se ozývat zajímavé zvuky.



Obr. 8. Od kokrhajícího kelímku k bučícímu kbelíku.

Melounová malá věda (Jitka Soukupová)

Inspirováno projektem italské učitelky na 2. stupni ZŠ Marie Teresy Gallo „How much maths there is in fruit and vegetables!“ Poster k projektu naleznete na [3] v části Low cost and recycled science.

1. Melounová matematika a fyzika

Historie:

- Vodní melouny byly pěstovány v Egyptě již před více než 5 000 lety. Egypťané dokonce zobrazovali meloun na stěnách svých hrobků a nechávali melouny s mrtvými. Měly sloužit k tomu, aby se jimi mrtví živili při své cestě podsvětím.
- Vodní melouny se rozšířily z Afriky do Číny již v 10. století. Dnes je Čína největším pěstitelem melounů.
- Japonci na konci 20. století vypěstovali meloun ve tvaru krychle. Jak to udělali? Umístili zrající meloun do krychlové skleněné krabice, takže meloun při dozrávání vyplnil prostor této krabice.



Obr. 9. Melouny ve tvaru krychle.

zdroj obrázku: <https://exoticke-ovoce.coajak.cz/>

Matematika a fyzika: Určení objemu, hmotnosti a hustoty melounu

Meloun je ideální pomůcka pro měření a určování fyzikálních veličin různými metodami. Pustíme se do toho.

Pomůcky:

- meloun (co nejvíce kulového tvaru)
- tenký provázek nebo nit
- dvě čtvrtky
- délkové měřidlo
- váha
- kbelík, voda
- odměrný válec
- čtvrtka, izolepa, fixy a nůžky



Obr. 10. Pomůcky k určení objemu, hmotnosti a hustoty melounu.

Navrhované úkoly:

1. určete poloměr melounu z jeho průměru a z jeho obvodu
2. určete objem melounu z jeho poloměru a s využitím Archimedova zákona
3. určete hmotnost melounu
4. zjistěte hustotu melounu

2. Melounová chemie

Informace z internetu o pH melounu:

- Řada lidí se mylně domnívá, že meloun jako ovoce je dostatečně kyselé, což brání množení bakterií. Faktem však je, že pH většiny melounů je zásadité.
- Vodní meloun je označován jako jedna z vhodných potravin podávaných v malém množství při překyselení organismu.

Chemie: Určení pH melounu

Pomocí acidobazického indikátoru z červeného zelí, pomocí indikátorového papírku a pomocí pH metru určete pH melounové dužiny.

Pomůcky:

- dužina melounu
- červené zelí
- tyčový mixér, nůž, hrnec
- pH papírky
- průhledná nádoba
- filtrační papír nebo jemné sítko nebo gázu
- pH metr



Obr. 11. Určení pH melounu.

Navrhované úkoly:

1. vytvořte výluh z červeného zelí
2. rozmixujte dužinu melounu a přelijte roztok přes filtrační papír, husté sítko nebo gázu
3. určete třemi metodami pH melounu a ověřte tím správnost internetových informací o pH melounu

3. Melounová matematika

Zajímavosti:

- Meloun – slovo pochází z řečtiny a znamená „velké zralé jablko“.
- Meloun je druh plodové zeleniny patřící do čeledi tykvovitých, běžně ale bývají plody se sladkou dužinou řazeny mezi ovoce. Z botanického hlediska je meloun bobule.
- Meloun je složen z povrchové části, která chrání měkkou vodnatou dužninu uvnitř plodu. U vodních melounů je velká část vnitřního tělesa tvořená vodou, ta může dosahovat 90 až 93 %.

Matematika: Meloun a procenta

Určete experimentálně, jakou část melounu tvoří dužina, kůra a semínka. Výsledek vyjádřete v procentech. Ti zdatnější z vás mohou přidat i kruhový diagram (na počítači – Excel, na papíře vlastní – pravítko, kružítko a pastelky).

Pomůcky:

- meloun
- nůž
- miska na semínka
- talíř na dužinu
- talíř na kůru
- digitální váha

Navrhované úkoly:

1. zvažte celý meloun
2. zvažte samotné talíře a mističky
3. rozkrojte meloun na díly
4. na jeden talíř vykrájejte veškerou dužinu, na druhý talíř kůru
5. z dužiny vyberte veškerá semínka a vložte je do mističky
6. určete hmotnost dužiny, kůry a semínek
7. vyjádřete procentuálně zastoupení kůry, dužiny a semínek v melounu
8. sestrojte kruhový diagram pro danou situaci

4. Melounové vaření a tvoření

Meloun jsme již použili jak pro fyzikální a chemické experimentování a měření, tak pro matematické výpočty, tak teď pár nápadů, jak si na něm můžeme pochutnat. I zde máme nepřeberné množství možností od melounu čerstvého, přes melounový salát, limonádu či nanuk. A ani oddělená semínka nepřijdou nazmar.

Víte, že ...:

- Druhy melounů se rozlišují podle barev, tvarů, struktury jejich slupky nebo podle semínek. Na celém světě existuje více než 1200 druhů melounů, které jsou pěstovány v asi 100 zemích světa. Je to dáno tím, že melounu se poměrně dobře daří v širokém rozmezí teplot. Meloun můžete tedy mít jak z Maroka, tak třeba z Kazachstánu.

- V některých zemích (jako třeba v Japonsku nebo Číně), je hodně starou tradicí dát někomu meloun jako dárek. Prý se tak předává láska a přátelství.

Pracovní činnosti: Recepty nebo výrobky z melounu

Navrhované úkoly:

Navrhňte a realizujte a vyfoťte vlastní melounové recepty nebo výrobky z jednotlivých částí melounu.

Jeden z melounových receptů:

Melounový salát

Pomůcky:

- 1 kg melounu
- 250 g sýru feta (nebo balkánský sýr)
- polovina červené cibule
- hrst čerstvé rukoly
- hrst čerstvé bazalky nebo máty (máta je pro někoho příliš výrazná)
- lžíce olivového oleje
- špetka soli a pepře



Obr. 12. Dobroty z melounu.

Postup:

1. meloun zbavíme pecek a nakrájíme na větší kostky
2. cibuli oloupeme a nakrájíme na co nejtenčí plátky
3. bazalku nebo mátu a rukolu propereme a osušíme a pokrájíme
4. sýr nakrájíme na menší kostičky nebo nadrobíme
5. vše smícháme v míse, mírně osolíme a opeříme a zakápneme olivovým olejem
6. salát necháme odležet a vychladit v chladničce

Dívej se, přemýšlej, odemkni! – Pevnost GimLit (Peter Žilavý)

Na workshopu slovinských kolegů z Gimnazija Litija jsme se přenesli do říše pohádek. Nejdříve jsme přijali roli prince, který chce zachránit princeznu před děsivým drakem. Drak ji vězní na svém hradě plném fyzikálních a technických tajemností za dveřmi (na obr. 13 vlevo), které nelze žádným klíčem otevřít.



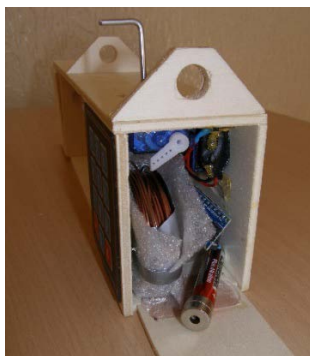
Obr. 13. Tajemný hrad s dveřmi bez klíče, za kterými je uvězněna princezna.

Aby mohl princ vůbec vstoupit do hradu, musí získat tajný kód z mikrofilmu. Kód je tak malý, že jej nelze okem (ani s použitím brýlí) přečíst. Princ si proto musí vyrobit lupu pomocí podložního sklíčka k mikroskopu a kapky vody. Zvětšení však není pořád dostatečné, proto princ musí sklíčko s kapkou vody otočit (kapka pod sklíčkem visí na skle díky povrchovému napětí) a na druhou stranu sklíčka naproti první kapce umístit druhou (viz obr. 14). Dvě kapky vody na obou stranách sklíčka už zvětšují dostatečně a kód lze přečíst.



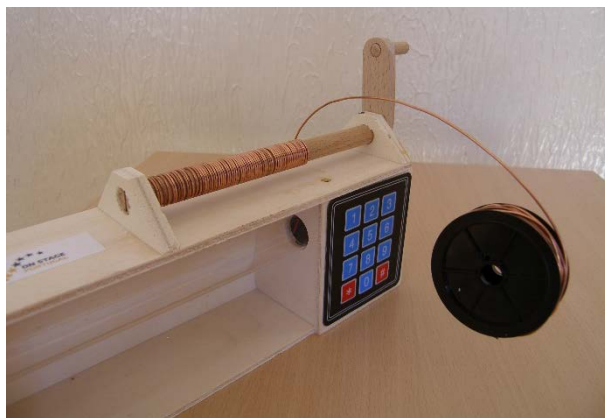
Obr. 14. Lupa z podložního sklíčka k mikroskopu a dvou kapek vody.

Po zadání kódu u vstupní brány hradu (na obr. 13 vpravo) stráž – mikropočítač tento kód rozpozná a spustí servomotor, který otevře bránu, za kterou se skrývají podivné věci (viz obr. 15).



Obr. 15. Podivné věci ukryté za vstupní bránou hradu.

Po otevření brány se objeví klubko měděného drátu bez izolace, monočlánek, dva permanentní neodymové magnety a začátek průhledného tunelu (je vidět na obr. 13), který vede z prostoru za vstupní branou směrem k cele, kde je uvězněná princezna. Končí však na vnější straně cely. V tunelu je zasunutá dlouhá dřevěná tyč opatřená na konci klikou. Princ musí tyč s klikou zasunout do otvorů na střeše hradu a pomocí ní vytvořit z měděného drátu dlouhou dutou cívku („pružinu“ – viz obr. 16). Tak dlouhou, aby po mírném roztahení závitů dosáhla od začátku ke konci průhledného tunelu.



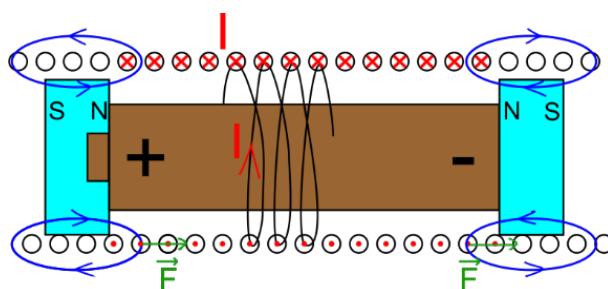
Obr. 16. Navíjení duté cívky.

Správným nasazením permanentních magnetů na konce (póly) monočlánku vznikne magnetický vláček. Po jeho vložení do vodivé pružiny se tento vláček sám pohybuje k jejímu druhému konci (obr. 17).



Obr. 17. Magnetický vláček uvnitř pružiny (cívky) z měděného drátu.

Magnety je potřeba nasadit tak, aby jejich stejné póly (například severní a severní) směřovaly k monočlánku. Situaci znázorňuje obr. 18.



Obr. 18. Princip činnosti magnetického vláčku.

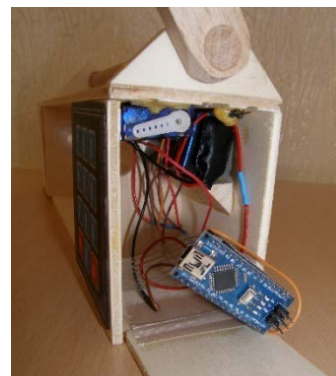
Elektrický proud (z kladného do záporného pólu monočlánku) protéká závity pružiny, které se nacházejí mezi vodivými permanentními magnety nasazenými na „konce“ monočlánku. Modrou barvou je v obrázku naznačeno magnetické pole permanentních magnetů a zelenou barvou je znázorněna magnetická síla (přesněji její složka rovnoběžná s osou pružiny) působící na závit (s proudem) v magnetickém poli magnetů (použito Flemingovo pravidlo levé ruky). Reakce na tuto sílu ode všech závitů pružiny protékaných proudem v magnetickém poli permanentních magnetů (součet všech reakcí) je pak síla, která posouvá „vláček“ uvnitř pružiny. Pro situaci na obrázku 18 směřuje tato výsledná síla vlevo.

Princ tedy zasune pružinu do průhledného tunelu z prostoru od vstupní brány, vsune do ní magnetický vláček a ten sám doputuje na druhou stranu tunelu. Po přiblížení magnetu vláčku k vnější stěně cely s princeznou přitáhne tento magnet zajišťovací mechanismus (zahnutý ocelový plíšek) dveří umístěný uvnitř (obr. 19). Dveře se otevřou a princ může obejmout svou milovanou princeznu.

Pohádka tedy šťastně skončila a my jsme se vrátili nejdříve k podrobnému vysvětlení „fyzikálních tajemství“ (např. z obr. 18) a následně i k prozkoumání, jak naprogramovat mikropočítač (obr. 20) tak, aby rozpoznal kód a spustil servomotor pro otevření brány.



Obr 19. Otevření dveří magnetickým vláčkem.



Obr. 20. Mikropočítač pro rozpoznání kódu a ovládání servomotoru.

Literatura

- [1] Mezinárodní stránky Science on Stage [cit. 14. 9. 2020] Dostupné online: <http://science-on-stage.eu/>
- [2] Stránky Science on Stage v České republice [cit. 14. 9. 2020] Dostupné online: <http://science-on-stage.cz/>
- [3] Virtual fair of Science on Stage festival 2019 [cit. 14. 9. 2020] Dostupné online: <http://sons2019.eu/for-attendees/virtual-fair/>
- [4] Elixír do škol [cit. 14. 9. 2020] Dostupné online: <https://www.elixirdoskol.cz/>
- [5] Šablony připravené Z. Hubáčkem [cit. 15. 9. 2020] Dostupné online: <http://science-on-stage.cz/sons2019/hubacek/>
- [6] Sborník Science on Stage 2019 selected by the Irish team, str. 78 [cit. 15. 9. 2020] Dostupné online: http://www.scienceonstage.ie/wp-content/uploads/2020/05/SonS2019_Booklet_Ireland.pdf
- [7] <https://pubs.acs.org/doi/pdf/10.1021/acs.oprd.7b00197>
- [8] <http://blog.teachersource.com/2016/10/07/poly-density-bottle-2/>
- [9] <http://blog.teachersource.com/2014/05/20/poly-density-bottle/>
- [10] <https://www.teachersource.com/product/poly-density-kit/density>
- [11] <https://www.youtube.com/watch?v=-gKGWzvZleE>
- [12] <https://www.youtube.com/watch?v=8GvkMA6rSRs>
- [13] Spelenderwijzer. [cit. 10. 9. 2020]. Dostupné online: <https://spelenderwijzer.be/>
- [14] Sulfur Hexafluoride. [cit. 10. 9. 2020]. Dostupné online: <https://www.youtube.com/watch?v=u19QfJWI1oQ&feature=related>
- [15] Stlačený vzduch ve spreji. [cit. 10. 9. 2020]. Dostupné online: <https://www.mixon.cz/spreje-pro-servis-a-elektroniku/stlaceny-vzduch-ve-spreji-520-ml-prf-4-44-green-pe4452n/>