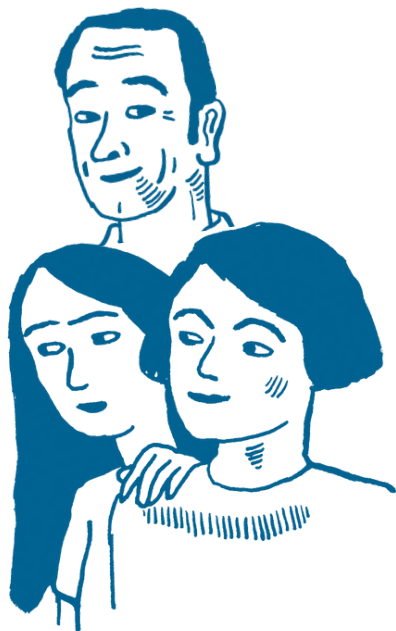


ELIXÍR
DO ŠKOL
.....

KAŽDÝ DEN
ALESPOŇ DOUŠEK
ELIXÍRU



ELIXÍR NÁPADŮ PRO ŠKOLNÍ ROK



Elixír nápadů pro školní rok 4

Sborník vybraných námětů ze setkání regionálních center Elixíru do škol.

Editoři: RNDr. Věra Koudelková, Ph.D., RNDr. Irena Dvořáková, Ph.D.

Pro Elixír do škol, z.ú. vydalo nakladatelství MatfyzPress v roce 2024 jako svou 710. publikaci.

Text neprošel recenzním ani lektorským řízením nakladatelství MatfyzPress.

Nakladatelství MatfyzPress neodpovídá za kvalitu ani obsah textu.

Publikace byla vydána pro potřeby učitelů fyziky a přírodovědných předmětů.

Všechny příspěvky byly recenzovány, za jejich obsah však zodpovídají autoři.

1. vydání

ISBN: 978-80-7378-516-1

OBSAH

Obsah	3
Úvod.....	4
Září: Animace (nejen) v přírodovědné výuce	6
Říjen: Cestovní lednička	10
Listopad: Duhová čokoláda	16
Prosinec: Evoluce oka.....	38
Leden: Lyžař–robot.....	49
Únor: Měření na lidském těle.....	55
Březen: Není plast jako plast	76
Duben: S Micro:bitem za měřením a práci s daty.....	81
Květen: Vodní fontány.....	91
Červen: Želatinová optika.....	103
Bonus na prázdniny: Sopky	110

ÚVOD

Milí čtenáři,

držíte v ruce nový Elixír nápadů pro školní rok.

Jistě víte, že Elixír do škol staví na dlouhé řadě let setkávání učitelů fyziky. Co kdysi začalo jako nenápadná aktivita Heuréky, stalo se postupně dobře fungující organizací, kde se učitelé mohou setkávat a řešit, jak zlepšit výuku (nejen) fyziky. Centra Elixíru nabízí bezpečné prostředí ke zkoušení nových metod a sdílení zkušeností. Vše je možné si hned vyzkoušet se žáky ve škole a změnit tím třeba to, jak se na naši výuku dívají rodiče, a zejména to, jak si ji užívají a jak ji vnímají samotní žáci a studenti. Tohle společné učení však hlavně přináší obohacení nám, učitelům, protože to, co děláme, a jak to děláme, je opravdový elixír našeho života.

V posledních letech nabral rozvoj center na dynamice, když se objevila také centra chemická a digitální. Sborník, který právě dostáváte, odráží tuto postupnou změnu. Učitelé, kteří centra vedou, navzájem sdílí poznatky, a tak fyzikáři zapojují do výuky digitální technologie, chemikáři třeba vytvářejí 3D modely svých pomůcek a informatici pracují s daty naměřenými různými čidly, která se používají při chemických nebo fyzikálních pokusech.

Náplň sborníku svou pestrostí odpovídá současnému pojetí center Elixíru do škol. Najdeme zde skvělé příklady využitelné do hodin fyziky a chemie, které ale mají vždy přesah i do dalších přírodovědných oborů a v případech, kdy to má smysl, zcela samozřejmě využívají také digitální technologie. Najdeme zde například metody práce s textem, vyrábění, práci s různými běžnými materiály a předměty kolem nás, ale také třeba natáčení krátkých animací, nebo zpracování dat naměřených malým počítačem. Takové úlohy tedy naplňují více cílů RVP v jedné hodině, a to jak z oblasti badatelského přístupu ke sběru dat a pozorování fyzikálních a chemických jevů, tak i rozvoje kritického a informatického myšlení a práce s daty.

Přejeme vám, ať je pro vás tato příručka opět skvělou inspirací, a pokud ještě nenavštěvujete žádné z center Elixíru do škol, věříme, že právě nastal ten správný čas na změnu.

V červenci 2024 Martin Gembec, vedoucí DIGI Liberec

A ještě malé zamyšlení:

Není žádným tajemstvím, že Elixír do škol už nepatří mezi začátečníky, ale svým věkem (11 let) vstupuje do puberty. Za dobu svého fungování se do týmu Elixíru zapojily desítky učitelů – lektorů, tisíce pedagogů – účastníků pravidelných setkávání v regionálních centrech a prostřednictvím nich mohly plody vzájemného vzdělávání pocítit desetitisíce žáků.

Elixír do škol se prostě stal organickou součástí českého vzdělávacího systému v oblasti podpory pedagogů všech typů škol.

Školství, a nejen to české, dnes čelí celé řadě výzev. Nad nimi rozhodně není možné zavírat oči, ale naopak pomoci s hledáním řešení tam, kam dosáhneme, a přistupovat k nim způsobem, který i třeba nám samotným udělá radost. Je totiž velmi snadné stěžovat si na tmu, ale daleko prospěšnější je pokusit se rozsvítit alespoň malé světlo tam, kde je to možné.

V duchu tohoto přirovnání přijměte další vydání sborníku nápadů, který je sestaven z témat setkání Elixíru. Věřím, že vám náměty pomohou ve výuce naladit žáky na podobnou strunu radosti z bádání a objevování tak, jak se to často na našich setkáních stává nám učitelům.

A nezapomeňte: Ten, kdo má v žácích zapálit touhu po poznání, musí sám také, obrazně řečeno, hořet a na cestu svým žákům přiměřeně svítit.

V červenci 2024 Milan Chalupník, účastník RC Chrudim, ředitel ZŠ

ANIMACE (NEJEN) V PŘÍRODOVĚDNÉ VÝUCE

Jakub Holec

LC Praha – Kunratice



Úvod

V rámci přírodovědného vzdělávání lze využít tvorbu animací metodou Stop Motion jako nástroj pro vizualizaci a lepší pochopení různých přírodních procesů a jevů. Tato aktivita rozvíjí u žáků nejen oborové znalosti daného tématu, ale i klíčové kompetence jako je kreativita, schopnost spolupráce, digitální kompetence či schopnost plánování a realizace projektů.

Oborové cíle:

- Vizualizace a lepší pochopení přírodních procesů a jevů probíraných v přírodovědných předmětech
- Upevnění znalostí daného přírodovědného tématu, které byly potřebné pro zpracování animace

Kompetenční cíle:

- Spolupráce při plánování a následné realizaci postupu, který povede k tvorbě animace na dané přírodovědné téma
- Sdílení vytvořené animace na dané přírodovědné téma s ostatními spolužáky a s učitelem předem domluveným způsobem

Pomůcky a materiály:

- mobilní telefon/tablet
- aplikace pro tvorbu a zpracování videí (InShot, CapCut, aj.)
- materiály pro přípravu „kulis“ (barevné papíry, modelína, kostky z pěnové hmoty, přírodní materiály atd.).
- pracovní list s kritérii a s místem pro zápis scénáře

1 Seznámení s úkolem

V úvodu hodiny žáky motivačním způsobem seznámte s tím, že budou tvořit video animační metodou Stop Motion na téma, kterému jste se v předchozí výuce věnovali. Ukažte žákům příklad již zpracovaného videa a na něm vysvětlíte, jak budou animaci tvořit (telefon v jedné poloze, postupná změna scény, velký počet jednotlivých snímků).

Pokud se zaměřujete třeba na chemické reakce, na životní cyklus hmyzu, na vliv adrenalinu na člověka, na růst rostlin či třeba horninový cyklus, můžete využít následující ukázky dostupné v přílohách:

- Chemické reakce
- Životní cyklus hmyzu
- Vliv adrenalinu na člověka
- Životní cyklus rostlin
- Horninový cyklus



Obr. 1. Animace vývoje motýla.

Představte žákům kritéria zpracování úkolu:

- délka videa (minimální a maximální)
- popis děje ve videu (graficky)
- v bodech sepsaný srozumitelný scénář
- včasné odevzdání videa
- jména autorů v názvu videa
- přítomnost speciálního efektu v animaci (např. prolínačky, změny barev, zajímavé přechody mezi scénami)
- využití jen schválených materiálů pro tvorbu animace

Na videích s žáky ještě před tvorbou projděte důležité principy metody Stop Motion – např. kamera vždy ve stejné pozici, mění se jen scéna pod kamerou.

Řekněte žákům, že na zpracování videa o délce 10-20 s budou potřebovat přibližně 100 snímků. Dohodněte s žáky způsob sdílení vytvořených animací.

2 Příprava na tvorbu animace

Rozdělte žáky do tříčlenných týmů, ve kterých si rozdělí role – scenárista, kameraman/střihač, kulisák. Rozdejte do skupin každému žákovi pracovní list (viz příloha 1). Zeptejte se ve skupinách, jaké role kdo plní, abyste se ujistili, že si žáci role rozdělili. Zeptejte se, co každý člen bude dělat, abyste se ujistili, že každý ví, co bude po celou dobu plnění úkolu dělat.

Nabídněte žákům dostatek materiál a pomůcek, ze kterých si budou vybírat pro zpracování animace. Např. papíry, pastelky/fixy, nůžky, modelína, pěnové kostky různých barev, stavebnice na model atomu apod.

Řekněte žákům, že před vlastní tvorbou je vždy potřeba mít základní plán – scénář. Ten si skupiny zpracují do pracovního listu ještě před tvorbou animace. Na tomto úkolu pracuje především scénárista, který přitom s kulisákem domlouvá potřebné pomůcky/kulisy. Kameraman si zatím připravuje a trénuje animační techniku.

3. Tvorba animace

Týmy tvoří své animace podle svého scénáře. Učitel obchází jednotlivé skupiny a v případě potřeby a zájmu týmů poskytuje doporučení. V této fázi práce je hlavní odpovědnost za tvorbu animace na jednotlivých týmech. Kameraman pořídí co možná největší počet snímků, které pak propojí do animace tak, aby výsledek splňoval zadaná kritéria. Jedním z kritérií bylo využití speciálního efektu ve videu. Žáci nejčastěji využili vkládání nálepek (emotikonů, symbolů a gifů) a možnosti úprav pozadí (rozmazání, změna barev apod.). Žáci následně sdílí vytvořenou animaci s učitelem na domluveném uložišti digitálních zdrojů (One Drive, Google disk apod.).

4. Reflexe práce žáků

Podle zbývajících času si v rámci dvouhodinovky reflektujte vytvořená videa (případně můžete reflexi ponechat na další hodinu). Ke zpracování reflexe využijte hodnotící lístky (viz příloha 2), které žáci dohodnutým způsobem vyplňují a předávají tvůrcům animace (v našem případě každá skupina hodnotila jinou skupinu alespoň 1x).

Žáci aktivitu hodnotili jako zábavnou, poutavou a motivující. Oceňovali možnost vlastní kreativity při plánování scénáře a realizaci animace s využitím množství dostupných materiálů. Složitější to bylo s rozvržením času na přípravu. Na realizaci měli dvě vyučovací hodiny, nicméně polovinu z první hodiny jsme se věnovali představení úkolu, kritérií pro tvorbu a principů tvorby animace danou animační metodou. Část skupin nestihla zpracovat a odevzdat práci do konce druhé vyučovací hodiny. Tyto skupiny sdílely své animace do připravené složky v cloudu tak, aby byly k dispozici pro reflexi ve vyučování v následujícím týdnu.

V rámci zadávání úkolu je důležité dát žákům jasná kritéria, podle kterých animaci zpracují. Tato kritéria budou mít zároveň popsána v pracovním listu. Zároveň je důležité zajistit, aby každý člen týmu měl v průběhu celé výuky práci. Tedy například, aby kameraman nečekal, až scénárista a kulisák vytvoří scénář, ale aby si například zkoušel/a práci s aplikací a danou animační techniku.



CESTOVNÍ LEDNIČKA

Libor Šmíd, Karel Heřman

RC Příbram

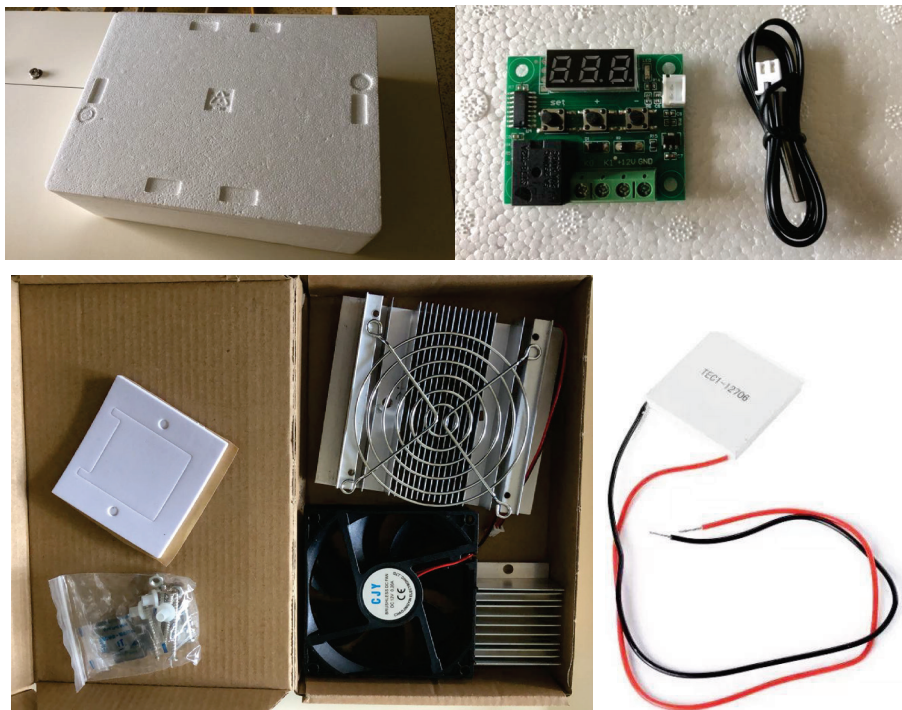


Každý z nás v létě jistě zažil horkou cestu autem a zatoužil po vychlazeném nápoji. Řešením bylo pořídit si ledničku do auta za nemalé peníze, která fungovala jen sporadicky. V RC Příbram jsme na nekalé prodejce vyzráli a vyrobili si vlastní cestovní ledničku, která se dá připojit do 12 V autozásuvky a udrží nápoje studené po celou cestu.

Naše lednička se skládá z polystyrenového termoboxu, v němž je zabudovaný „chladicí blok“ sestavený z Peltierova článku a kovových chladičů. Teplota v boxu je řízena pomocí nastavitelného termostatu, který sám podle vnitřní teploty zapíná a vypíná Peltierův článek. Peltierův článek je zařízení ve tvaru tenké destičky, obsahující páry polovodičů. Pokud k článku připojíme elektrické napětí, Peltier začne z jedné strany odsávat teplo a vydávat ho na druhé straně. Používá se právě pro chlazení (thermoelectric cooler – TEC), anebo i opačně, jako zdroj napětí z rozdílů teplot (thermoelectric generator – TEG).

Co k výrobě potřebujeme?

- Polystyrenový termobox (v našem případě o objemu 12 l)
- Peltierův článek TEC 12706 [1]
- Digitální termostat W1209 [2]
- Chladiče a ventilátor k Peltierově článku [3]
- Připojka do 12 V autozásuvky
- Vodiče/kabely



Obr. 1. Použité díly (Zdroj: vlastní), vpravo Peltierův článek (Zdroj: hadex.cz)

Pomůcky

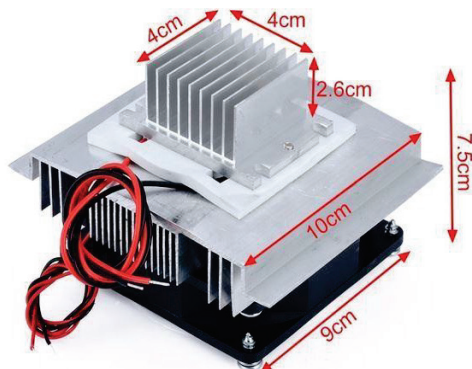
Páječka a cín, nůž, fixa, šroubováky, kleště, štípačky, tavná pistole

Výrobní postup

Nejprve začneme s konstrukcí „chladicího bloku“ složeného z chladičů a Peltierova článku. Vše potřebné je dodané v krabici s chladiči, ve které se nachází i 12 V ventilátor, šrouby, izolační podložka a dva sáčky s teplovodivou pastou. Začněte tím, že vezmete bílou izolační podložku, vyloupnete z ní přebytečné části a přilepte ji na střed většího chladiče. Do volného prostoru uprostřed podložky naneste obsah jednoho sáčku teplovodivé pasty a opatrně ji rozetřete. Následně do volného prostoru s nanesenou pastou vložte Peltierův článek tak, aby nápis TEC-12706 byl směrem „nahoru“ (strana s nápisem se po připojení napětí ochlazuje). Na Peltierův článek naneste

obsah druhého sáčku teplovodivé pasty a přišroubujte na něj druhý, menší chladič.

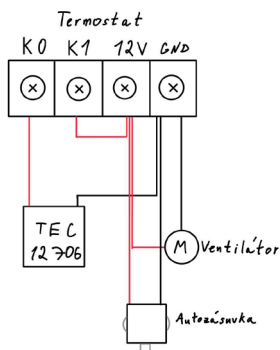
Zbývá přišroubovat ventilátor k většímu chladiči. Ventilátor s ochrannou mřížkou přišroubujte opět „nápisem nahoru“ a natočte ho tak, aby přívodní kabely byly na stejné straně, jako přívodní kabely Peltierova článku. Tím je chladicí blok hotový.



Obr. 2. Chladicí blok (Zdroj: hadex.cz)

Nyní Vás čeká drátkování. Připravte si vodiče/kabely pro autozásuvku, jejich délku si určete sami, podle potřeby. Připájejte vodiče ke kladnému a zápornému pólu autozásuvky a volné konce vodičů nechte odholené.

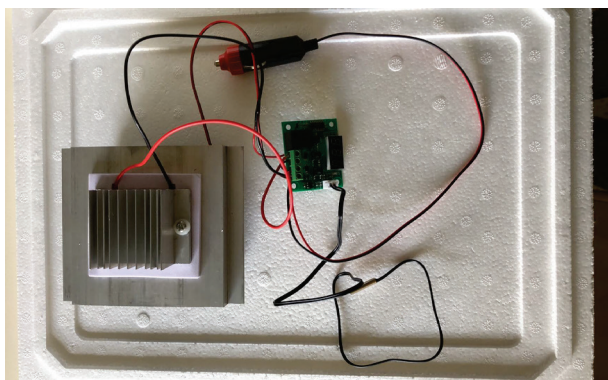
Z přívodních kabelů ventilátoru odstříhnete koncovku a oba kabely odholte. Veškeré vodiče propojte podle schématu níže. Nezapomeňte také krátkým vodičem propojit zdířky K1 a 12V.



Obr. 3. Schéma zapojení

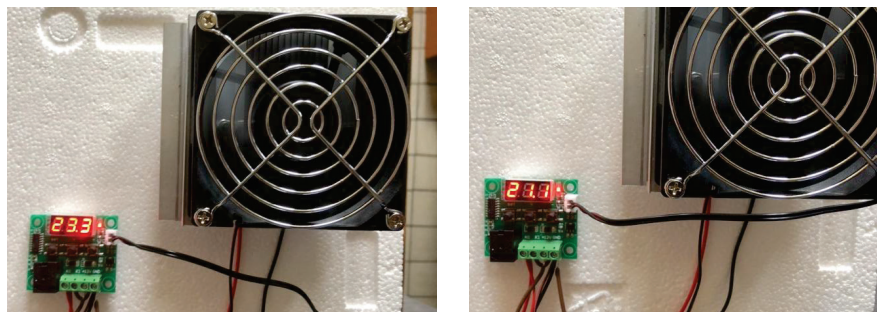
Až budete mít zadrátkováno, zapojte do termostatu dodanou měřící sondu a připojte napětí 12 V na vstup. Pokud jste vše správně zapojili, ventilátor by se měl roztočit a termostat ukazovat aktuální teplotu.

Termostat má funkci automatického zapínání a vypínání podle dosažené teploty. Tuto spouštěcí teplotu nastavíte tak, že na termostatu zmáčknete tlačítko SET a pomocí tlačítek + a – navolíte teplotu, kterou chcete. Poté nechte termostat chvíli v klidu a opět začne ukazovat aktuální teplotu. Pokud teplota uvnitř boxu klesne pod Vámi nastavenou hodnotu, Peltier se vypne a zůstane běžet pouze ventilátor pro chlazení ohřátého velkého chladiče. Pokud teplota v boxu stoupne nad nastavenou hodnotu, opět se zapne Peltier, který chladí obsah boxu.



Obr. 4. Zapojené díly

Pokud je zařízení funkční, zbývá ho celé přidělat k termoboxu. Fixou obkreslete tvar malého chladiče na střed víka od termoboxu a nožem vyřízněte požadovaný otvor. Doporučuji vyříznout díru trochu menší, aby se chladič zasunul s trochou síly a neměl poté tendenci vypadávat ven. V případě potřeby upevněte chladič blok pomocí lepidla/tavné pistole. Termostat umístěte na vhodné místo a přilepte ho taktéž tavnou pistolí.



Obr. 5. Správná funkčnost ledničky

Odvážnější jedinci mohou ještě před přilepením chladicího bloku a termostatu předělat drátkování celé ledničky pro větší přehlednost a čistší vzhled.

Tak či onak, ledničku tímto máme hotovou.

Na co si dát pozor

Přívodní kabely a autozásuvka se může vlivem vysokého vstupního proudu (3 A) zahřívat. Doporučuji proto pořídit kvalitnější autozásuvku a vybrat vodiče s větším průřezem.

Možná vylepšení

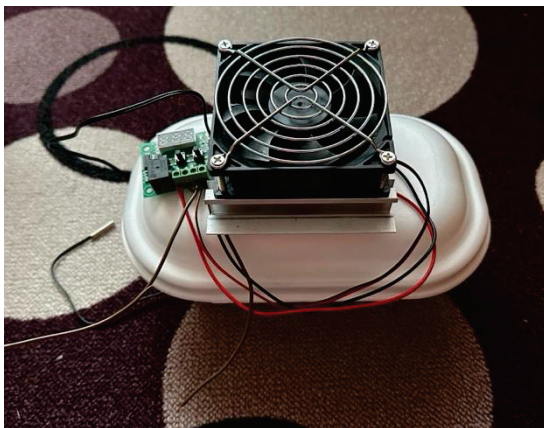
Z pozorování funkčnosti naší ledničky by bylo dobré přidat druhý ventilátor i k malému chladiči, který se nachází uvnitř polystyrenového termoboxu. Díky vzniklému proudění vzduchu bychom odváděli teplo z celého objemu termoboxu mnohem efektivněji, než když pasivně ochlazujeme vzduch v blízkém okolí chladiče. Je to ovšem další drátkování a je nutné vymyslet vhodné uchycení druhého ventilátoru.

Závěr

Takto vyrobená lednička je skvělým řešením nejen na cestování. Může posloužit i ve škole, jako demonstrační pomůcka, jak vůbec taková lednička může fungovat, z jakých částí se skládá a proč musí mít lednička i chladič pro

odvádění tepla. V rámci RC sklidila lednička značný úspěch pro reálnou užitečnost celého výrobku.

Kdo si bude chtít takovou ledničku vyrobit doma či ve škole, může použít jakýkoliv rozměr boxu. Čím menší box bude, tím bude samozřejmě chlazení efektivnější. Náš prototyp byl sestaven s boxem o objemu 1,5 l a poté jsme se, kvůli větší praktičnosti, rozhodli použít větší box o objemu 12 l.



Obr. 6. Prototyp s menším boxem

Odkazy

- [1] Peltierův článek (<https://www.hadex.cz/h995-peltieruv-clanek-tec1-12706-12v-6a/>)
- [2] Termostat (<https://www.hadex.cz/m450-digitalni-termostat-w1209--50-az-110c/>)
- [3] Chladiče (<https://www.hadex.cz/h996-chladice-a-ventilator-12v-k-peltierovemu-clanku/>)

DUHOVÁ ČOKOLÁDA

Bára Mikulecká

LC Děčín, Divadlo fyziky ÚDiF

LISTOPAD



Duhovou čokoládu jsme objevili s kolegy z Úžasného divadla fyziky [1], s jejichž pomocí tak vznikl i tento text. Děkuji moc Káje Liškové a Vojtovi Hanákovi. A protože se difrakční čokoláda hned stala hitem mezi vedoucími center, je mi potěšením se s ní moci podělit i s vámi.

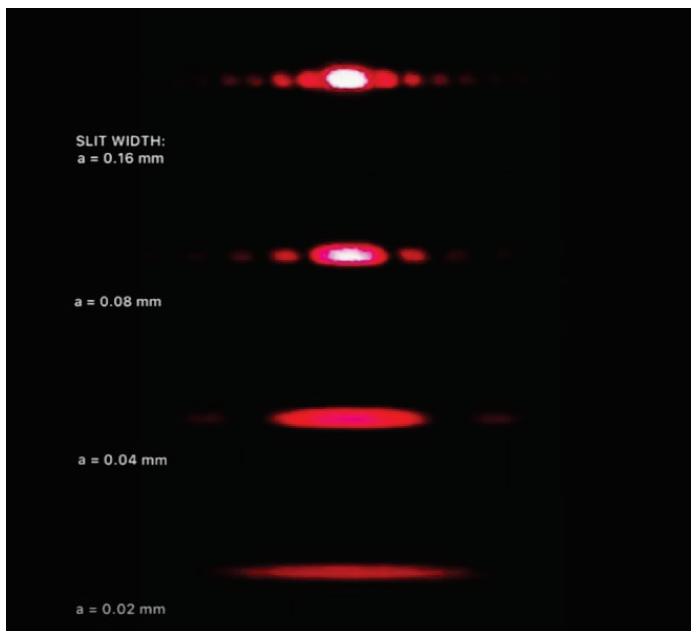
Než se ale pustíme do samotné duhové čokolády, můžete se inspirovat dalšími pokusy s difrakcí. Difrakce totiž není něco, na co potřebujete absolutní tmu, silný laser a dokonalou štěrbinu. Zvládnete ji i s minimálními náklady, jednoduchými pomůckami a klidně za běžného osvětlení. A když na závěr uděláte duhovou čokoládu, pěkně si u vlnové optiky i zamlsáte.

Úvod – difrakce a interference

Difrakce rozhodně zaslouží pozornost nejen na střední škole. Jako fenomenologický jev určitě patří i na druhý stupeň a některé hravé pokusy se dají zařadit i do školek. Ostatně i děti samy se s ní setkávají běžně třeba na bublinách a ti všímavější si jí všimli nejen tam.

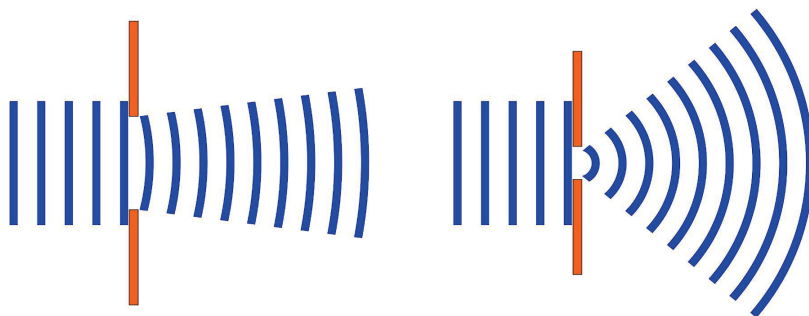
Krátké zjednodušené vysvětlení

Pokud bychom svítili přes malou tenkou štěrbinu, geometrická optika očekává na stěně tenký světlý proužek a kolem tmu. Experiment však dopadne jinak. Na zdi uvidíme několik světlých proužků oddělených tmavými proužky. Budeme-li naši štěrbinu zužovat, stane se něco ještě podivnějšího. Světlé proužky na zdi se začnou naopak rozšiřovat. Tomuto jevu se říká difrakce neboli ohyb světla. Stejný obrazec bychom dostali také ve chvíli, kdy světlo dopadne na tenkou překážku.



Obr. 1. Difrakční obrazec pro různé šířky jedné štěrbinou [2].

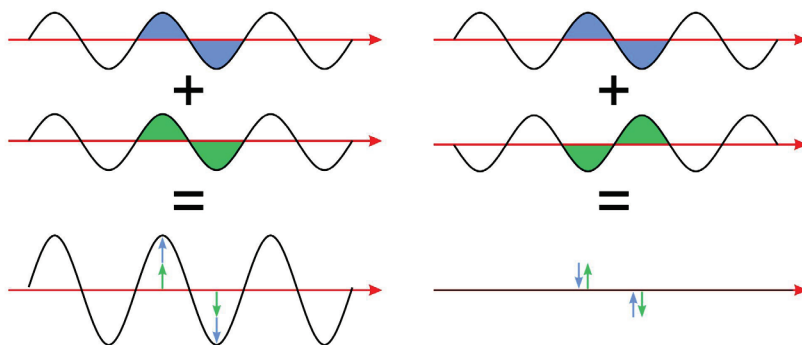
Jak velká překážka nebo štěrbina musí být? Ohyb vlnění je tím výraznější, čím je rozměr překážky nebo otvoru lépe srovnatelný s vlnovou délkou vlnění. Pro světlo se tedy difrakce dá dobře pozorovat na velmi jemných strukturách. Vlnová délka viditelného světla je v řádu stovek nanometrů, tedy v desetinách mikrometru. Těžko tedy budeme pozorovat difrakci světla třeba na okenním rámu, ale dobře ji uvidíme například na vlasu.



Obr. 2. Průchod vlny širokou štěrbinou vlevo a úzkou štěrbinou vpravo.

Kde se ale u difrakce berou maxima a minima, tedy to, co vidíme jako přerušovanou čáru? Abychom se k tomu dostali, musíme se podívat na to, co je interference neboli skládání světla.

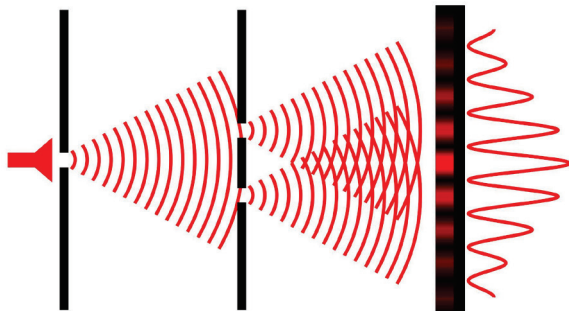
Na mechanické vlně se to představuje snadno. Pokud se potkají dvě vlny v jednom čase a místě, mohou nastat dvě mezní situace, nebo něco mezi nimi. Obě vlny budou právě ve fázi - “kopeček”, tím pádem se jejich výchylky sečtou a výsledkem bude větší kopeček. Druhá možnost je, že budou obě vlny ve fázi - “dolík”, opět se sečtou a výsledkem bude hlubší dolík. Třetí možností je, že jedna z vln bude ve fázi kopeček a druhá v dolíku a jejich intenzita se zcela vyruší. V reálném světě může samosebou nastat i všechno mezi tím. Každopádně dvě vlny se mohou sečíst tak, že se posílí, nebo zeslabí. Záleží, v jaké fázi se zrovna potkají.



Obr. 3. Vlevo konstruktivní skládání dvou vln, vpravo destruktivní.

Aby se takto začalo skládat světelné vlnění, musí být zjednodušeně řečeno hodně podobné, říkáme, že musí být koherentní. To je magické slovo i pro vysokoškoláka, ale představte si to tak, že každý zdroj světla neustále vyzářuje obrovské množství vln s různou vlnovou délkou a vlny jsou vůči sobě různě posunuté (mají různou fázi). Každá je jiná, a když se tento chaos sečte, je z toho zase jen chaos. Žádnou interferenci nepozorujeme. Abychom mohli vidět nějaké skládání, musí ze zdroje jít dostatek vln se stejnou vlnovou délkou (lépe řečeno se stejnou frekvencí, protože vlnovou délku nám, aby to nebylo moc snadné, dokáže ovlivnit i prostředí) a stejným posunem. Proto

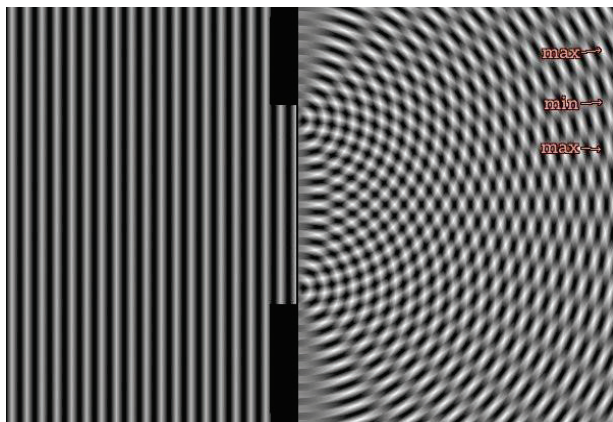
často používáme na ukázání vlnové povahy světla lasery - protože mají jednu vlnovou délku a světlo z nich vychází stejně posunuté.



Obr. 4. Dvojštěrbinový experiment.

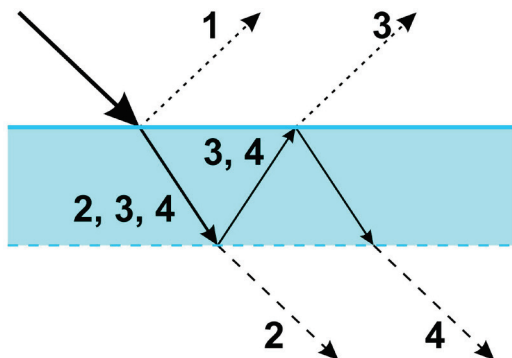
Abychom tedy mohli pozorovat interferenci, je nejjednodušší rozdělit světlo jednoho laseru na dva paprsky například pomocí dvou štěrbin. Obdobně vzniknou i obrazce na složitější struktuře.

Zbývá ale otázka, kde se vezmou dvě světelné vlny, když svítíme jedním světlem a máme jen jednu štěrbinu. Zde nám pomůže Huygensův princip, který říká, že na každý bod naší malé štěrby se máme dívat jako na bodový zdroj nové světelné vlny stejné barvy jako má náš zdroj světla. Když to dáme dohromady, dostaneme spousty malinkatých vlnek vedle sebe, které se začnou skládat, a k tomu takovýto obrázek.



Obr. 5. Interference světla na tenké štěrbině.

Obdobně bychom se dopracovali i k interferenci na tenké vrstvě blány bubliny nebo laku na nehty, viz pokusy níže. Zde se ale nejedná o difrakci spojenou s interferencí, jako u štěrbin nebo překážek. Zde se jedná o čisté skládání světla, kde se setkává světlo odražené od horního a spodního okraje tenké vrstvy.



Obr. 6. Interference světla na tenké vrstvě. Interferovat mohou paprsky 1 a 3 případně 2 a 4.

Zatím jsme se bavili jen o světle jedné vlnové délky. Každá vlnová délka bude mít interferenční maximum jinde. Maxima a minima různých barev laserů se pak objeví na různých místech. Červené světlo bude mít maxima dál, modré světlo blíže. Tato skutečnost také způsobuje, že se nám na bublině nebo naší speciální čokoládě objeví každá barva jinde a my pozorujeme duhové obrazce.

Difrakce na běžných předmětech

Difrakci můžeme pozorovat na spoustě běžných předmětů. Pojďme se na ně podívat.

Alobalová štěrbina

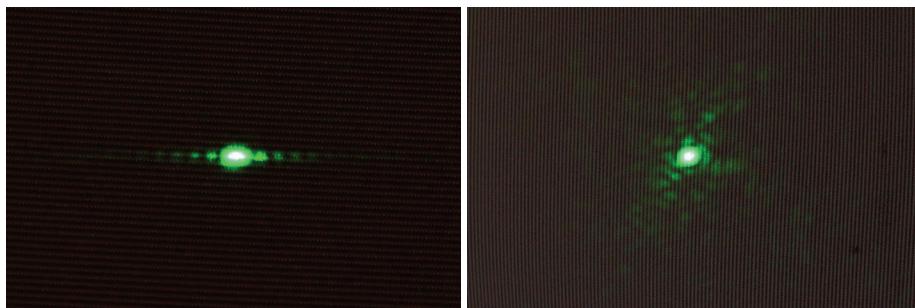
Pokus s jednou štěrbinou můžete ukázat snadno. Vezměte dva kousky alobalu (jen o něco málo horšího výsledku dosáhnete s papírem), kterým necháte jednu hranu co nejrovnější a vložte je mezi dvě sklíčka (výborné jsou na to diapozitivy) a vytvořte mezi nimi co nejmenší štěrbinu. Samozřejmě těmi rovnými hranami k sobě. Můžete udělat několik štěrbin různé tloušťky

nebo vytvořit klínek. Můžete pak ukazovat, jak se mění difrakční obrazec s šířkou štěrbin.



Obr. 7. Štěrbina ve tvaru klínu a kruhové otvory v papíru vložené do diapozitivu.

V alobalu můžete vytvořit pomocí jehly také malinkatý kruhový otvor. Pokud ho prosvítíte laserem, uvidíte difrakci na kruhovém otvoru, které říkáme také Airyho disk.



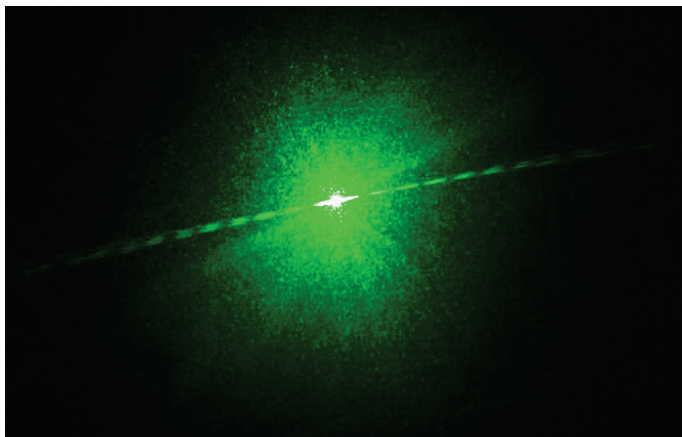
Obr. 8. Difrakční obrazce, které vytvořila štěrbina z obrázku 7. Vlevo lineární z klínové štěrbin, vpravo kruhový z kruhového otvoru.

Vlasý nebo chlupy

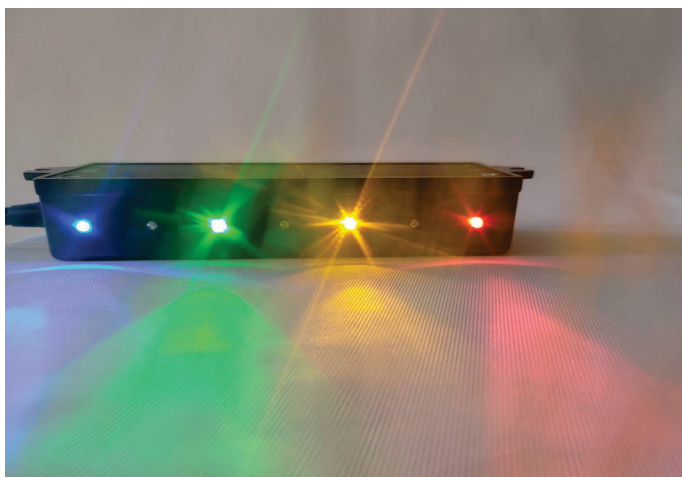
Ještě jednodušší na ukázkou difrakce než alobalová štěrbina je použití vlasů či chlupů. Ty máme vždy k dispozici a jsou dostatečně tenké na to, abyste na

nich difrakci pozorovali. Jejich tloušťka se pohybuje v řádech desítek mikrometrů.

Vlas prosvítíte laserem, ale ani ten ve finále nepotřebujete. Můžete se skrz vlas podívat na nějaký bodový zdroj světla - LED nebo vzdálenou pouliční lampu. Uvidíte tenké dlouhé pruhy světla. Na menší, tenčí překážce je difrakce rozšířenější. Můžete tak zjistit, zda je silnější vlas nebo chlup. Děti výrazně upozorněte na to, že vzniklá difrakční čára je kolmá na prosvěcovaný vlas.



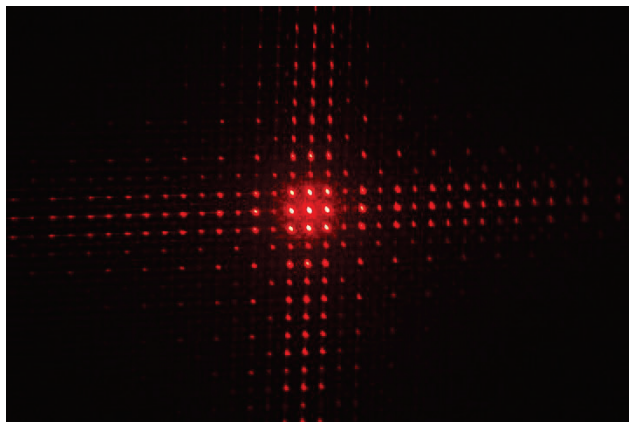
Obr. 9. Difrakce laserového paprsku na chlupch na ruce.



Obr. 10. Difrakce bodového zdroje na vlasech.

Jemné tkaniny

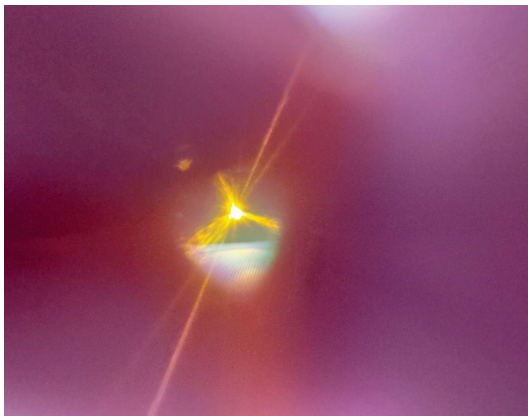
Hezkou difrakci nabídne také velké množství různých tkanin. Například gáza, organza, hedvábí, silonky a podobně. Opět můžete materiál buď prosvěcovat laserem, nebo se skrz něj v blízkosti oka dívat na bodový zdroj světla.



Obr. 11. Difrakce laserového paprsku na tkanině. Autor prof. Tomáš Tyc.

Štěrbina z prstů

Malou štěrbinu si můžete vyrobit i pomocí tří svých prstů. Tady se dívejte na libovolné bodové zdroje světla, například vzdálené pouliční lampy, LED a podobně. Dáte-li palec, ukazováček a prostředník k sobě, vznikne vám mezi nimi malý trojúhelníkový otvor. Sevřením prstů můžete otvor zmenšovat. Uvidíte proužky světla kolmé k hranám vašeho prstového trojúhelníčku. Podobné obrazce vidáme na fotografiích hvězd, které byly pořízené fotoaparátem s clonou nebo pomocí dalekohledů s pomocným nosným křížem na objektivu. Difrakce si ostatně můžete všimnout už jen když přivřete oči – difrakce zde vzniká primárně na řasách a děti se s ní setkávají hlavně, když přivrou oči a podívají se na vzdálenou pouliční lampu.



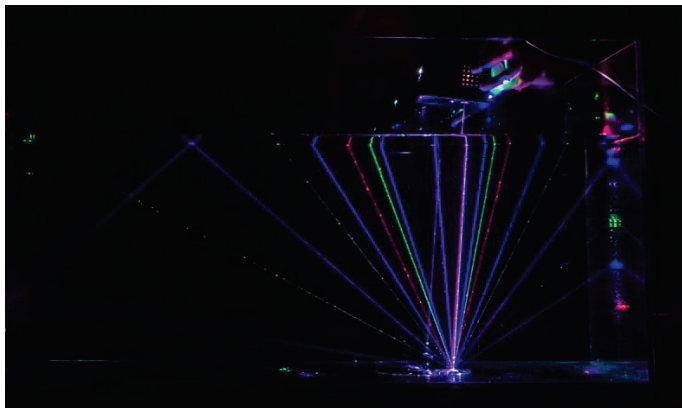
Obr. 12. Difrakce bodového zdroje na štěrbině z prstů.

CD, DVD a BlueRay

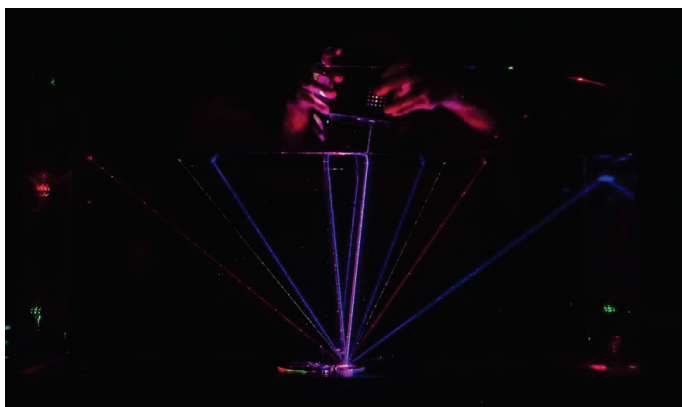
Děti už je sice nemusí znát, ale stále jsou k sehnání datové disky CD, DVD a BlueRay. Nechejte laserový paprsek odrazit od datového povrchu disku a na zdi pozorujte odražená interferenční maxima. Můžete si všimnout, že maxima jsou u CD blíže a u DVD dále. Na DVD se vejde násobně více dat, struktura datového zápisu je tak mnohem jemnější a jemnější struktura poskytuje výraznější difrakci. Na BlueRay je dat ještě více a maxima jsou od sebe o to dále.

Na těchto strukturách je asi nejsnazší ukázat rozdíl difrakcí pro různé vlnové délky. Použijte červený, zelený a modrý laser a sledujte, kde se maxima objeví. Efektní je ukázat difrakci laserového světla na CD a DVD v mírně zakaleném akváriu.

Pokud na CD nebo DVD necháte dopadnout světlo z LED baterky, případně třeba z telefonu, můžete vytvořit na zdi krásnou duhu.



Obr. 13. Difrakce RGB laseru na CD. Maximum modrého paprsku pozorujeme nejbližše k odraženému paprsku, červeného nejdále.

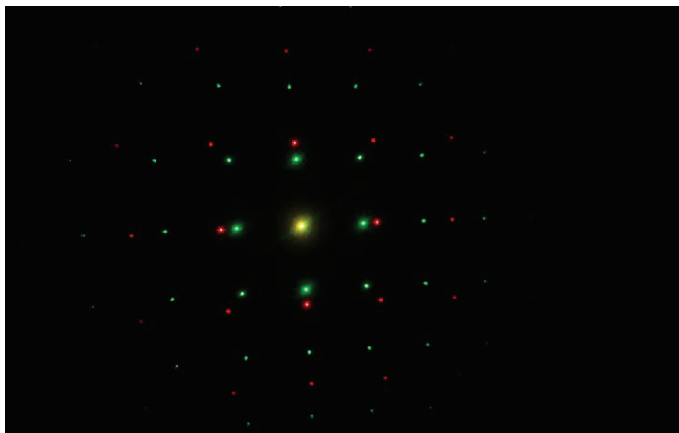


Obr. 14. Difrakce RGB laseru na DVD. Maximum modrého paprsku pozorujeme nejbližše k odraženému paprsku, červeného nejdále.

Difrakční fólie

Profesionálněji se můžete na difrakci podívat skrze difrakční folii. Můžete ji pořídit ve specializovaných obchodech, spíše však ve větším množství. Kvalitním obchodem je například Edmund Optics, kde ji mají ve variantě lineárních vrypů v počtu 500 vrypů na milimetr nebo 1000 vrypů na mm [3], případně na Rainbow symphony, kde mají i čtvercovou fólii [4]. Můžete ji také získat rychle a v libovolně malém či velkém množství v ÚDiFu, kde ji pro

distribuci u nás kupujeme v zahraničí ve velkém množství [5]. Případně se s ní můžete potkat na hvězdárnách, kde je součástí difrakčních brýlí. Tam bývá většinou právě čtvercová mřížka.

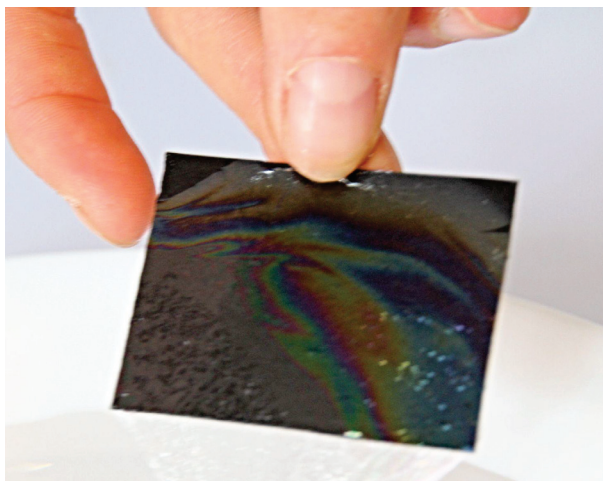


Obr. 15. Difrakce zeleného a červeného laseru na čtvercové difrakční fólii.

Lak na nehty

Tento pokus ocení jak děti v mateřince, tak středoškoláci. Duha může vzniknout na jakékoliv dostatečně tenké průsvitné vrstvě. Nejznámější jsou bubliny a olejové skvrny na silnicích a kalužích. Tenkou vrstvu si ale můžete vyrobit i z bezbarvého laku na nehty. Když si ale lak nanesete na nehet, duhové barvy rozhodně nepozorujete. Vrstva laku na nehtu je příliš silná. Jak ji tedy vyrobit dostatečně tenkou?

Vezměte si libovolnou nádobu s vodou a na její hladinu kápněte malou kapičku laku. Ta se důsledkem povrchového napětí rozprostře po hladině a vytvoří tenoučkou vrstvu. Na ní už byste měli pozorovat náznaky duhy, ale celý jev není moc kontrastní. Vezměte si proto ideálně tvrdou černou čtvrtku a vrstvu laku na ní otiskněte. Buď lakovou blánu podeberte, nebo obtiskněte shora, chce to chvíli zkoušení, ne vždy se to na první pokus povede pěkně. Na černém papíru už je duha pěkně viditelná.

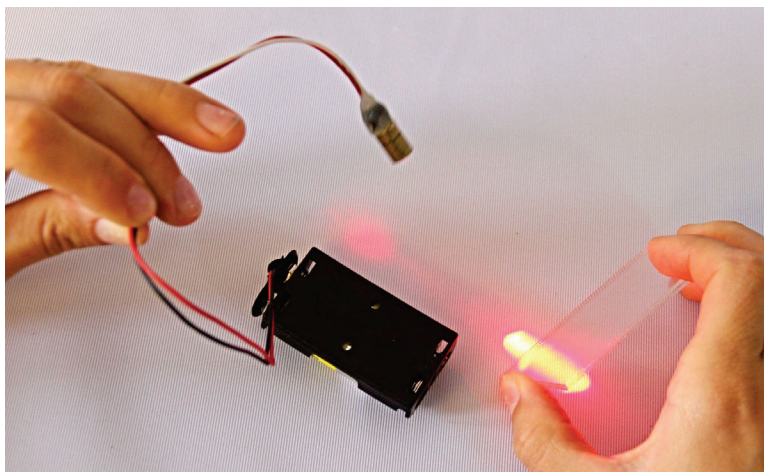


Obr. 16. Interference na tenké bláně z laku na nehty těsně po vyjmutí papíru z vodní hladiny.

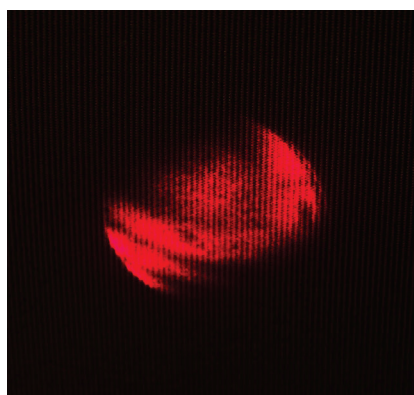
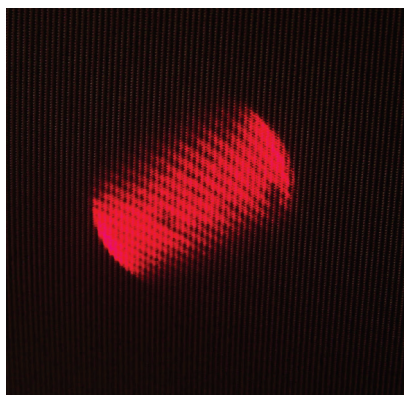
Rozostřený laser a sklíčka

Sofistikovanější středoškolský pokus vyžaduje nákup laserových modulů a jejich drobnou úpravu. Laserový modul snadno připojíte k obyčejným baterkám. Každý laser má v přední části čočku, která ho zaostřuje. Laserový modul se často dá rozšroubovat a čočku vyndat. Vznikne vám rozptýlené koherentní světlo, které se dá na interferenci dobře použít. Výhodou tohoto uspořádání je, že při práci s rozptýleným laserovým světlem nehrozí žákům žádné poškození očí.

K pokusu si dále vezměte dvě sklíčka a třeba bílý papír. Posvitte na sklíčka a v odraženém laserovém světle najednou uvidíte proužky. Jedná se o interferenční obrazec vzniklý interferencí na tenké vrstvě vzduchu mezi sklíčky. Tvar proužků závisí na tvaru vzduchové plošky. Můžete si pohrát s tím, jak tlusté/tenké proužky jsou a jak jsou daleko od sebe. Když sklíčka více přimáčknete, proužky budou větší, výraznější a dál od sebe, protože vrstvička vzduchu bude tenčí.



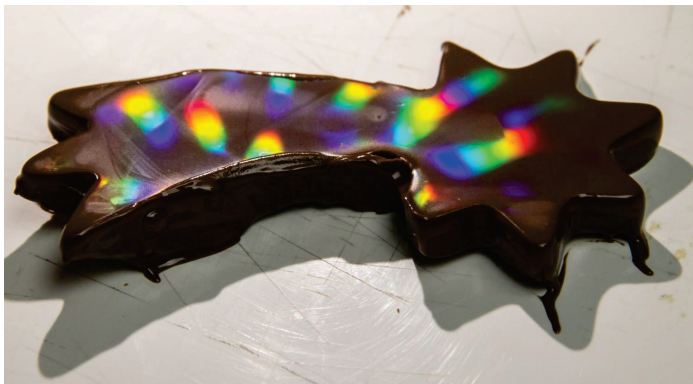
Obr. 17. Uspořádání pokusu interference na vzduchové vrstvě mezi dvěma sklíčky pomocí rozostřeného laseru.



Obr. 18. Difrakční obrazec interference na tenké vzduchové vrstvě. Vpravo se jedná o tenčí vrstvu, kdy jsme k sobě sklíčka přitlačili.

Duhová čokoláda

Pojďme konečně mlsat a přidat čokoládě její optovlnové vlastnosti! Stejně jako duhu na CDčce můžeme totiž velice snadno vyrobit i duhu na čokoládě. Stačí ji jen polít a nechat ztuhnout na difrakční fólii. Výsledek je doslova k sežrání.



Obr. 19. Ukázka duhové čokolády.

O fólii a vrypech

Použít můžete lineární i čtvercovou folii. Čtvercová nadělá o dimenzi více parády. S foliemi pracujte opatrně a snažte si jich dotýkat jen na krajích. Každý otisk našich špinavých a mastných prstů zanáší jejich jemnou strukturu. Pozor, fólie mají vrypy jen z jedné strany, z druhé jsou zcela hladké. Čokoládu musíte nalít na stranu s vrypy. Poznáte ji podle hmatu nebo podle zvuku, když na ní přejedete nehtem.

Fólii po pokusu nedrhňte, ale jemně ji umyjte a odmastěte pomocí houbičky, teplé vody a saponátu. Máme vyzkoušeno, že i třetí opakování pokusu na stejné folii dává jen zanedbatelně horší výsledek.

O čokoládě a fázích

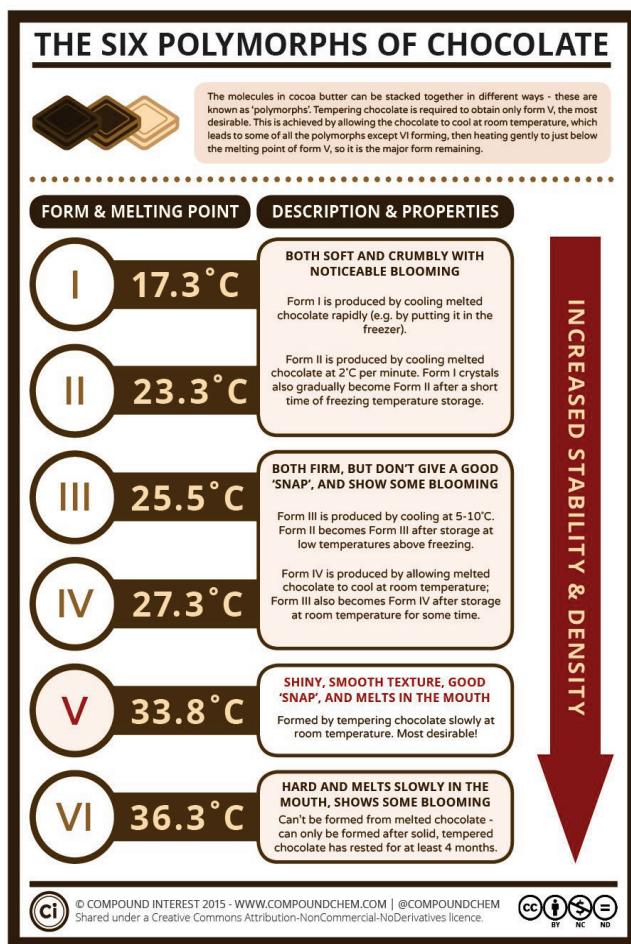
Výroba čokolády není věc snadná. Řekli bychom, že je přímo nelehká. Podle toho, jak a při jaké teplotě ji necháme tuhnout, umí vytvořit šest různých struktur, fází. Každá je jinak lesklá, jinak křupe, má jinou texturu.

Nezoufejte však, výroba difrakční čokolády se daří jak sofistikovaným, tak velmi zjednodušeným způsobem. Oba způsoby popisují níže. Doporučuji použít pro lepší kontrast tmavší čokolády s vyšším obsahem kaka, nevhodné jsou naopak čokolády s kousky oříšků a ovoce či s příchutěmi.

O čokoládě a fázích podrobněji

Opravdu kvalitní čokoláda sestává z kakaového másla, kakaového prášku a případně sladidla a ochucovadel. To, co v čokoládě krystalizuje, a tím pádem

nás zajímá, je právě kakaové máslo. Jeho molekuly sestávají ze 3 řetězců. Můžete si je představit trochu jako tvar písmene Y. Podle toho, jak se tyto molekuly poskládají na sebe, umí vytvořit 6 různých struktur - fází. Jejich přehled najdete na obrázku níže [6].



Obr. 20. Fáze čokolády od Compound Interest. [6]

Jednotlivé fáze se liší svým vzhledem, texturou a teplotou tání. Ideální čokoláda by měla být lesklá a při lomu charakteristicky křupnout. A velmi by se hodilo, kdyby se doslova rozplývala na jazyku, ale přitom nám netála v

rukou. Tohle vše nejlépe splňuje fáze V s teplotou tání o něco nižší než míváme v ústech, ale vyšší než je teplota našich prstů.

Není ale tak jednoduché se k ní dostat. Když čokoládu rozpustíme a necháme tuhnout přirozeně, bude se v ní vyskytovat mix forem I - V, tedy i těch, o které příliš nestojíme.

V sofistikovanější verzi návodu se do roztáté čokolády na začátku chladnutí přidávaly pevné kousky původní tabulky se správnou strukturou. Tyto kousky fungují jako krystalizační jádra a pomáhají zvýšit množství chtěné fáze V v naší směsi. Pokud bychom chtěli dosáhnout lepšího výsledku, je třeba čokoládu takzvaně temperovat. Konkrétní návod můžete najít třeba na těchto stránkách [7].

A co fáze VI? Do té čokoláda přechází po delší době skladování. Můžete na ní pak pozorovat tzv. tukový květ. Stejný našedlý povlak se na čokoládě (a obzvláště té méně kvalitní, s dalšími přidanými tuky) objeví také při převládnutí nižších fází. Třeba když se vám čokoláda rozpustí v horkém letním dni na sluníčku a ztuhne samovolně.

Pro další studium můžete využít sice anglická, ale přístupná videa z harvardského online kurzu Science and Cooking [8].

Sofistikovanější návod na výrobu duhové čokolády

Budete potřebovat:

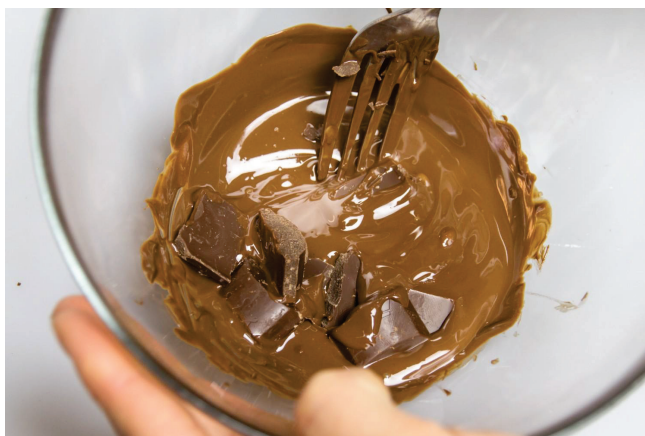
- malý hrnec s vroucí vodou a do něj pasující misku
- metličku či vidličku
- případně vaše oblíbená vykrajovátká, či zdobící sáček
- difrakční fólie (ideálně čtvercová, může být i lineární)
- baterku (stačí na mobilu) nebo jiný zdroj světla

1. Čokoládu nalámejte na kousky.
2. Připravte si vodní lázeň, tedy hrnec a misku, která do něj pasuje. Nám se osvědčilo do hrnce nalít už vroucí vodu v takovém množství, aby spodní část misky byla ponořena. Většina zdrojů doporučuje z praktických důvodů pokus zkoušet s větším množstvím čokolády.
3. Do misky vsypte zhruba $\frac{2}{3}$ čokolády. Poslední třetinu nechte odpočívat opodál. Čokoládu pečlivě promíchejte, ať se zahřívá rovnoměrně. Pozor, ať vám do čokolády nekápne ani kapka vody.



Obr. 21. Kousky čokolády rozpouštěné ve vodní lázni.

4. Jakmile se všechna čokoláda rozpustí, odstavte misku z hrnce. Vsypejte poslední třetinu čokolády a míchejte, dokud se v horké okolní čokoládě nerozpustí také.



Obr. 22. Rozmíchávání zbylých kousků v již roztavené čokoládě.

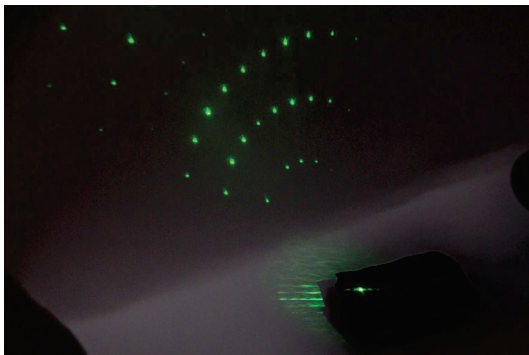
5. Difrakční folii si nachystejte na rovnou plochu. Nahoru patří strana s vrypy!
6. Chladnoucí čokoládu umístěte na folii. Jakkoli. Kreativně se meze nekladou. Můžete si vystačit se lžičkou a jednoduchými tvary, můžete čokoládou naplnit zdobící sáček a pustit se do sofistikovanějších výtvarů. Pozor, pokud chcete vykreslit písmena (třeba své oblíbené fyzikální

rovnice), bude třeba kreslit zrcadlově. Čokoládu můžete také nalít do svého oblíbeného vykrajovátká.



Obr. 23. Nanášení čokolády na difrakční fólii.

7. Teď přichází ten nejtěžší krok. Buďte trpěliví a čokoládu nechte opravdu pořádně ztuhnout. Nej kvalitnější výsledek získáte tuhnutím při pokojové teplotě. Je možné si pomoci také ledničkou či mrazákem, jen se připravte na teplotně nestálější výsledek. Pokud se na folii čokoláda byť jen maličko lepí, dejte jí ještě čas. Pokud vyndáte čokoládu z ledničky či mrazáku, nechte ji nejprve ohřát na pokojovou teplotu a teprve pak ji z folie sloupněte. V opačném případě se vám čokoláda orosí a vodní kapky difrakci poškodí.
8. Na hotový povrch čokolády si posviťte. Třeba bílým světlem baterky z mobilu nebo laserem. Sviťte a dívejte se z různých úhlů, abyste našli ten nejlepší pohled. Pozor ale, ať se u toho povrchu čokolády dotýkáte co nejméně. Struktura je to velmi jemná a otisk prstu ji nenávratně zničí. Jde jen obtížně říct, jak dlouho si své difrakční vlastnosti uchová. Můžou to být hodiny, i pár dní. Obecně můžete její životnost prodloužit skladováním v ledničce.



Obr. 23. Difrakční obrazec na čokoládě od laseru.



Obr. 24. Duha na difrakční čokoládě.

Jednodušší, ale stále funkční varianty:

Pokud nepatříte jako já mezi trpělivé jedince, můžete postup výrazně zjednodušit. Níže nabízím několik rychlých variant.

1. Nechte čokoládu roztát zcela libovolně a nalijte ji na difrakční fólii.
2. Použijte polevu, kterou zahřejete v teplé vodě.
3. Nechte roztát jen spodní plochu čtverečku od čokolády. Natát jej můžete třeba položením na dno teplého talíře z vodní lázně. Počkejte, až se čtvereček nataví nejen na okrajích, ale i ve středu. Pak čtvereček položte na folii a mírně přitlačte.



Obr. 25. Zahřívání spodní strany čtverečku čokolády ve vodní lázni.



Obr. 26. Čtverečky čokolády na difrakční fólii.



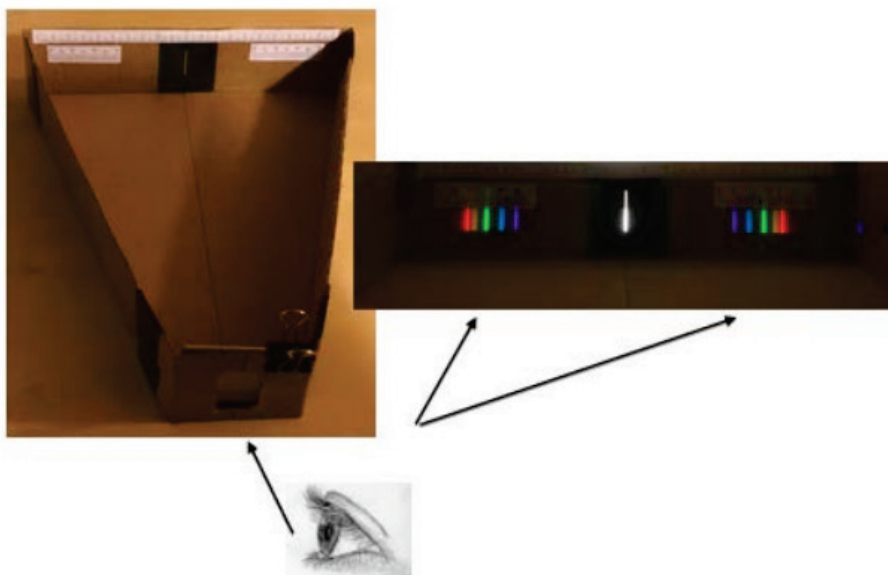
Obr. 27. Výsledek difrakce na zahřátém čtverečku čokolády.

Co dál?

S mladšími dětmi si můžete vyrobit velmi jednoduše difrakční brýle. Skrz ně mohou žáci pozorovat různé zdroje světla zábavně, ale zároveň mohou zkoumat, jak spektra zdrojů vypadají a mohou přes ně udělat velmi pěkné fotografie. Doporučujeme na to dobu Vánoc, kdy o různá světýlka není nouze. Výrobu brýlí popisuje Hanka Trhlíková ve sborníku „Elixír nápadů pro školní rok 2021“ [9].

Sofistikovanější a vědecktější je s dětmi vyrobit spektroskop. Nejjednodušší a asi i nejdostupnější je verze z CD a papírové krabičky se štěrbinou. Návod na papírovou krabičku koluje na mnoha místech na internetu.

Verze spektroskopu, která zaujala mě, je od učitele Václava Pazdery, a najdete ho ve sborníku Heuréky z roku 2016 [10]. Výhodou jeho konstrukce je, že má i stupnici a ze spektroskopu se rázem stává ještě zajímavější spektrometr.



Obr. 28. Fotografie spektrometru Václava Pazdery. Zdroj sborník Heureka 2016 [10].

Veškeré obrázky kromě těch citovaných jsou z fondu Divadla fyziky ÚDiF.

Odkazy

- [1] Úžasné divadlo fyziky ÚDiF. Dostupné na <https://udif.cz/>.
- [2] Themistoklis Chronis. Single Slit Laser Diffraction Experiment. Dostupné na https://www.youtube.com/watch?v=ZNR_xXtXQpQ.
- [3] Edmund Optics. Dostupné na <https://www.edmundoptics.eu>.
- [4] Rainbow Symphony. Dostupné na <https://www.rainbowsymphony.com/>.
- [5] Úžasné divadlo fyziky ÚDiF – eshop. Produkt difrakční fólie. Dostupné na <https://udif.cz/produkt/difracni-folie/>
- [6] The Polymorphs of Chocolate. Dostupné na <https://www.compoundchem.com/2014/04/19/the-polymorphs-of-chocolate/>
- [7] Under Cake Pressure. Výroba tabulkové čokolády. <https://undercakepressure.cz/vyroba-tabulkove-cokolady/>
- [8] Science and Cooking. <https://www.youtube.com/playlist?list=PL546CD09EA2399DAB>
- [9] Trhlíková H.: Difrakční brýle. Sborník nápadů pro školní rok 2022. Dostupné na https://c5644e8a29.clvaw-cdnwnd.com/f625736d1d033a2967f95ab94a6bfaed/200001955-42e4442e47/Elixir%20napadu%20pro%20skolni%20rok_2021_online-0.pdf?ph=c5644e8a29
- [10] Pazdera, V.: Spektrometr. Sborník Heuréky 2016. Dostupné na <https://kdf.mff.cuni.cz/heureka/ke-stazeni/sborniky-dilen-heureky/sborniky/SbornikDilenHeureky2016.pdf>

EVOLUCE OKA

Pavel Jirman

RC Turnov

PROSINEC



„V pokřiveném oku může mít pravda křivou tvář.“

John Ronald Reuel Tolkien, Pán prstenů

Osobní motivace

Inspiraci pro využití evoluce oka jako námětu pro hodinu fyziky jsem našel při náhodném sledování videa na YouTube, které se věnovalo tomuto tématu [1]. Jelikož jsem si uvědomil, že většinu ukázaných modelů vlastním a předvádím v jiných souvislostech (dírková komora, zobrazení čočkou spojkou), tak mi jejich nové využití přišlo jako zajímavý nápad, jak s minimem investované práce obohatit výuku fyziky o téma, kterému se na škole, kde učím, vlastně nikdo nevěnuje.

Obecné motivace

Pro Charlese Darwina bylo vysvětlení evoluce oka pro jeho složitou stavbu komplikovaným oříškem. Naproti tomu jeho současník Hermann von Helmholtz vnímal oko jako velmi nedokonalou optickou soustavu, která si nezasluhuje přehnané úcty.

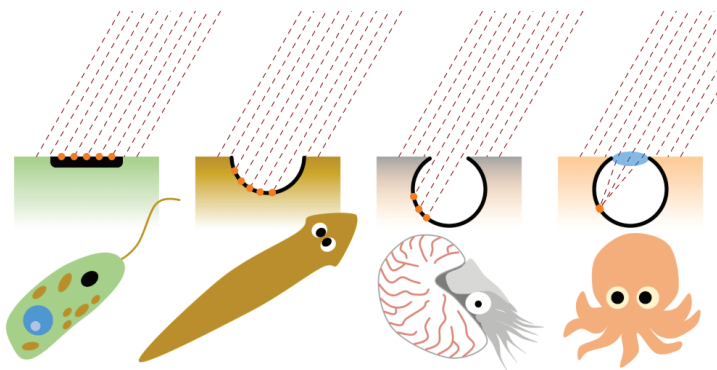
Oko se nejen v prostoru internetových pravd a diskusí stává objektem důkazů kreacionistů i evolucionistů. Není naším úkolem rozplétat komplikovaná vlákna jejich úvah a necháváme na laskavém čtenáři, aby se případně obrátil na autory a autority, které se tomuto tématu věnují více než tvůrce tohoto článku.

Zde lze doporučit literaturu pro další studium. Na prvním místě bychom chtěli uvést knihu *Desatero smyslů* od Jaroslava Petra [2] či *Dávné světy* od Thomase Hallidaye [3]. Další zdroje jsou videa z YouTube [4] [5] [6] [7] či další. Z kreacionistického pohledu na evoluci pak například *Mýtus evoluce* od Josefa Potočky [8].

Základní informace o evolučních typech očí

Evoluce oka je komplexní a dlouhodobý proces, který probíhá stovky milionů let a pokračuje dodnes. Různé typy očí se vyvíjely v různých liniích živočichů v různých časových obdobích. Následující přehled představuje zjednodušený model hlavních typů očí, které se vyvinuly u mnoha skupin živočichů, ale je důležité si uvědomit, že skutečná diverzita očních struktur v přírodě je mnohem větší.

1. Ploché oko – Jedná se o místo na povrchu těla, kde jsou koncentrovány fotocitlivé buňky. Toto oko neposkytuje mnoho informací o okolí. Živočich může zjistit, zda je v okolí světlo (den, volný prostor) či tma (noc, tmavý úkryt). U jednobuněčných organismů může jednoduchý fotoreceptor (eyespot apparatus, stigma) poskytovat informace o množství škodlivého UV záření v okolí.
2. Pohárkovité (miskovitě) oko – Živočich může zjistit, odkud přichází světlo a najít tak například východ z úkrytu, vyhnout se překážce či určit směr možného útoku predátora.
3. Váčkovité oko loděnky – Živočich má již možnost vidět kořist/potravu či lovce. Nevýhodou tohoto oka je, že aby vznikl na sítnici ostrý obraz, tak musí být vstupní otvor, kterým dopadá do oka světlo, malý. Malý otvor ale znamená také málo světla na sítnici, což je velmi omezující. Další nevýhodou může představovat fakt, že v nezakryté dutině oka se mohou uchytit parazité, kterých se živočich těžko zbaví.
4. Komorové oko s čočkou – Díky většímu otvoru dopadá do oka více světla, ale současně díky čočce vzniká na sítnici ostrý obraz. Tento typ patří k vrcholné formě oka.



Obr. 1. Evoluce oka [9]

Pro simulaci těchto typů očí doporučujeme navštívit stránky Javalab: Science simulations [9].

Každému evolučnímu typu oka se věnuje jeden z modelů, jejichž postup výroby si v následující části popíšeme.

Postup realizace modelů

Ploché oko – Model tohoto oka byl realizován s pomocí pauzovacího papíru, který byl přelepen přes karton s otvorem o průměru cca 6 cm. Při pohledu skrze papírovou matnici můžeme hrubě identifikovat polohu oken (papír je světlý) a zdí (papír je tmavý).



Obr. 2. Model plochého oka

Pohárkovité (miskovité) oko – Základem je opět papírová matnice přilepená na karton s otvorem o průměru papírové trubice výšky cca 10 cm, která je před něj přilepena. Jako trubici jsme využili roličku od toaletního papíru. Při pohledu ze strany „sítnice“ jde identifikovat okraje okna. Bystrý pozorovatel si může všimnout, že pokud světlo přichází zprava, je pravá část „sítnice“ ve stínu a levá je osvětlena. Dochází tedy k převrácení „obrazu“.



Obr. 3. Model miskovitěho oka



Obr. 4. Model miskovitěho oka – je v něm vidět okraj okna (přechod tmavé a světlé části)

Váčkovité oko loděnky – Pro výrobu tohoto modelu jsme využili dvou kelímků od jogurtu, které byly z vnitřní strany nastříkány černou barvou, aby stěnami neprosvítilo světlo. Do dna jednoho kelímku byl propálen otvor o průměru několika milimetrů. Tímto otvorem vstupuje světlo do dírkové komory. Z druhého kelímku bylo odříznuto dno. Tento kelímek slouží k

pozorování a k zastínění matnice. Mezi kelímky jsme přilepili pauzovací papír a kelímky přilepili k sobě. Při pohledu do dírkové komory můžeme na matnici vidět obraz okolní krajiny či zářivek. Pozorovatel si všimne, že promítnutý obraz je převrácený. Obraz je však velmi tmavý a potřebujeme zastínit papír před rušivým okolním světlem. Pokud si vyrobíme několik dírkových komor s různými průměry vstupních otvorů, tak můžeme vypožorovat, že u většího vstupního otvoru vzniká jasnější, ale méně ostrý obraz.

Tento problém řeší fotografové využívající dírkovou komoru. Optimální průměr lze určit pomocí Rayleightova vztahu [10], který jsme při výrobě modelu ignorovali.



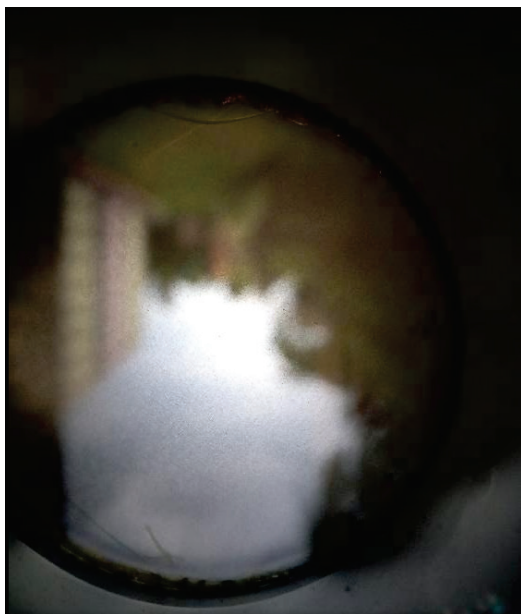
Obr. 5. Model váčkovitého oka vytvořený slepením dvou kelímků, mezi nimiž je pauzovací papír



Obr. 6. Pozorovací část modelu oka. Tato strana slouží jako stínítko matnice.



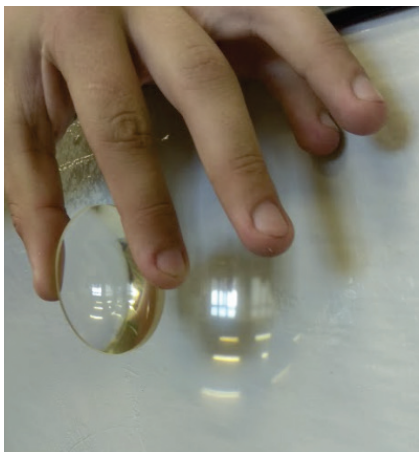
Obr. 7. Část, kterou vstupuje do modelu oka světlo.



Obr. 8. Pohled do dírkové komory. Obraz v ní je převrácený.

Komorové oko s čočkou – Pro model oční čočky jsme použili čočku spojku (lupu). Pro určení její optimální vzdálenosti od papírové matnice jsme využili jednoduchou metodu. Vzali jsme čočku a umístili ji do takové vzdálenosti od

zdi, aby na stěně vznikl jasný a ostrý obraz okna. Vzdálenost čočky od zdi jsme změřili.



Obr. 9. Měření vzdálenosti čočky od stěny

Z papírové trubky jsme užíli kus, který byl stejně vysoký, jako byla naměřená vzdálenost čočky od stěny. Na jeden konec trubky jsme přilepili čočku a na druhý konec pauzovací papír. Model komorového oka byl hotov. Při použití tohoto modelu vzniká jasný a ostrý obraz, takže není nutné stínit matnici kelímkem jako u modelu váčkovitého oka. Díky velkému vstupnímu otvoru, který v porovnání s dírkovou komorou propouští velké množství světla, lze pozorovat i interiér.

Modelu chybí akomodační schopnost. V prvních verzích jsme to řešili dvěma trubkami vloženými do sebe. Jelikož bylo při ostření nutný pohyb pouze o několik milimetrů a nedokonalá geometrie papírové soustavy vytvářela mnoho jiných optických vad, tak v dalších fázích zvítězila jednoduchost a oko bylo při výrobě zaostřeno na vzdálenosti typické pro rozměry učebny.



Obr. 10. Model komorového oka



Obr. 11. Matnice modelu oka



Obr. 12. „Objektiv“ oka tvořený nalepenou čočkou spojkou



Obr. 13. Pohled z okna modelem oka s čočkou. Na matnici je vidět převrácený obraz.

Závěr

Je důležité poznamenat, že evoluce oka je ve skutečnosti mnohem komplexnější proces, než jak je zde prezentováno. Zahrnuje nejen vývoj optických struktur, ale také evoluci fotoreceptorů, nervových drah a zpracování vizuálních informací v mozku.

Oko a jeho evoluce je zajímavým tématem, které v sobě propojuje přírodopis (biologii) a fyziku. Lidskému oku jako optické soustavě je věnována pozornost v hodinách fyziky na základních i středních školách. Evoluční pohled však vytváří trochu jiný a komplexnější hledisko na danou problematiku.

Z pohledu fyzikáře tak jedno téma tvoří spojnici mezi dírkovou komorou, zobrazením čočkou a okem. Z širšího pohledu na výuku pak most mezi hodinami přírodopisu (biologie), fyziky, techniky i výtvarné výchovy.

Obdobný tématem propojujícím fyziku a techniku by byla „evoluce“ fotoaparátu, která začíná u dírkové komory a nekončí čočkovými fotoaparáty. Pro budoucí rozšíření této aktivity by se fyzikáři mohli zaměřit na modelování složeného oka. Tento typ oka, charakteristický pro hmyz a další členovce, představuje zajímavou výzvu z hlediska optiky a mohl by poskytnout další perspektivu na rozmanitost očních struktur v přírodě.

Poznámka: Děkujeme Jakubu Holcovi za připomínky z pohledu biologa.

Zdroje

- [1] AUTOR NEUVEDEN. *How did the fish eye evolve into the human eye?* [online]. [cit. 28.4.2024]. Dostupný na WWW: https://youtu.be/rCow7keA3R8?si=KW6mkrx9icN_nUG2
- [2] PETR, Jaroslav. *Desatero smyslů: Jak lidé a zvířata vnímají okolní svět*. Praha: Argo, Dokořán, 2020, ISBN 978-80-257-3381-3, 978-80-7363-879-5.
- [3] HALLIDAY, Thomas. *Dávné světy: Výpravy do zaniklých ekosystémů Země*. Brno: Kazda, 2023, ISBN 978-80-7670-116-8.
- [4] TYSON NEIL DEGRASSE. *Evolution of the Eye* [online]. [cit. 28.4.2024]. Dostupný na WWW: <https://youtu.be/4SXHMm5l-68?si=h-SsijDKewd1TAsW>
- [5] AUTOR NEUVEDEN. *Evolution of the Eye* [online]. [cit. 28.4.2024]. Dostupný na WWW: <https://youtu.be/FEGZ-7Xfu0o?si=tOCjYioi3i6M-4hg>

- [6] AUTOR NEUVEDEN. *BBC iScience Evolution of Eye* [online]. [cit. 28.4.2024]. Dostupný na WWW: <https://youtu.be/dWFteFfg2J0?si=6hz37spOosKlq8oa>
- [7] HARVEY, Joshua. *The evolution of the human eye – Joshua Harvey* [online]. [cit. 28.4.2024]. Dostupný na WWW: https://youtu.be/qrKZBh8BL_U?si=ssLYwc6MTjgAghdb
- [8] POTOČEK, Josef. *Mýtus evoluce*. Mělník: Juda, 2020, ISBN 978-80-87239-55-1.
- [9] AUTOR NEUVEDEN. *Evolution of the eye* [online]. [cit. 28.4.2024]. Dostupný na WWW: https://javalab.org/en/evolution_of_the_eye_en/
- [10] BALIHAR, David. *Výroba dírky* [online]. [cit. 29.4.2024]. Dostupný na WWW: https://pinhole.cz/cz/pinholecameras/pinhole_01.html

LYŽAŘ – ROBOT

Kateřina Lipertová

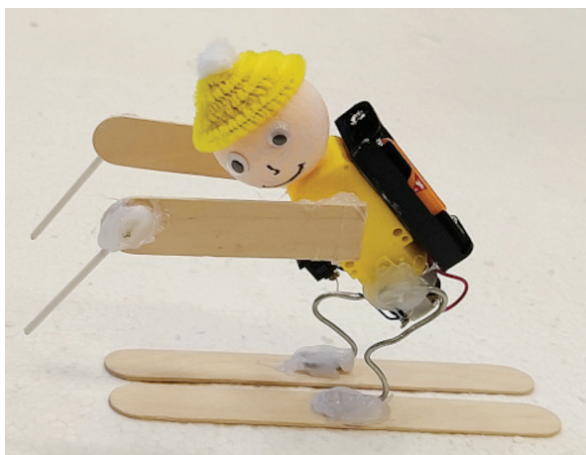
RC Plzeň, Církevní gymnázium Plzeň

LEDEN



Proč lyžař?

Moc ráda se věnuji s dětmi výrobě různých hejblat, těch na kliku i těch s motorkem. Jako „přípravu na hodinu“ jsem si už vyrobila kromě jiného několik chodících robotů (walking robots), ale většinou byla výroba natolik složitá, že by ji většina dětí nezvládla. Pak jsem ale narazila na video [1] s lyžujícím robotem, kde je stabilita při pohybu řešena mnohem jednodušším způsobem, a byla to „láska na první pohled“. Raději předesílám, že ani v tomto případě není výroba nijak snadná, rozhodně ne pro malé děti. Ale už moji sekundáni s trochou dopomoci vše zvládli (obr. 1). Nejinak tomu bylo i během setkání plzeňského Elixíru (obr. 2). Ostatně prohlídkou naší elixírové galerie z výroby [2] určitě začněte. Obsahuje nejen fotky, ale také řadu videí pádících i padajících lyžařů.



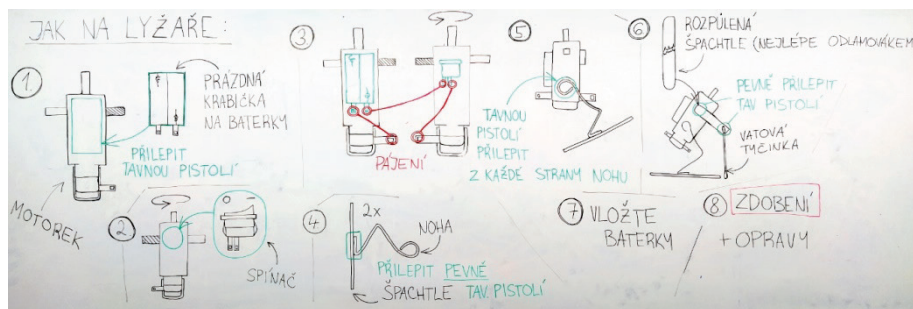
Obr. 1. Lyžař, Letní fyzikální týden CG Plzeň 2023.

Výroba je dobře zdokumentována ve výše uvedeném videu [1]. Přidám k němu sadu doporučení, na co dát při výrobě pozor a jak případně nahradit některé komponenty jinými, dostupnějšími. I některé kroky výroby děláme v jiném pořadí.



Obr. 2. Lyžaři, setkání Elixíru do škol, RC Plzeň 2024.

Během Letního fyzikálního týdne CG Plzeň i během setkání Elixíru se mnou tuto aktivitu lektorovali moji septimáni a septimánky. Amálka Denková, jedna ze septimánek, si jako názornou pomůcku pro výrobu připravila tabuli s rozkreslenými kroky výroby (obr. 3) a ta se pro svou přehlednost osvědčila natolik, že ji zde nabízím místo tradičního fotonávodu.



Obr. 3. Kreslený návod na výrobu lyžaře-robota, autorka Amálka Denková.

Co je k výrobě potřeba?

- motorek s převodovkou [3]
- 2 baterie AA

- držák na 2 baterie AA [4]
- přepínač kolébkový [5], nebo jakýkoli jiný vhodný
- drátek tenký měděný (např. ze síťového UTP 5)
- pevný drát na nohy
- tavná pistole s náplní
- kleště
- dřevěné špachtle (150x20 mm)
- odlamovací nůž a nůžky
- páječka a pájecí cín
- vatové tyčinky
- vatová kulička-hlava
- materiál na zdobení: fixy, filc, chlupaté dráty, nalepovací oči atd.

Výrobní kroky (a na co si dát pozor)

Číslování odpovídá výše uvedené tabuli s kresleným návodem (obr. 3).

- 1) Na motorek přilepíme pomocí tavné pistole držák na dvě baterie AA. Tento krok oproti videu [1] děláme jako první. Lepí-li se držák baterie a připájený spínač až nakonec, často se ulomí pracně přilepené ruce, či nohy.
- 2) Na motorek přilepíme z druhé strany spínač. Opět oproti videu napřed lepíme a pak teprve připájíme drátky.
- 3) Podle obr. 3 připájíme tři drátky, čímž spojíme motorek, baterie a spínač.
- 4) Z pevného drátu pomocí kleští vytvarujeme dvě nohy. Pomocí tavné pistole je přilepíme na špachtle-lyže. Oproti videu používáme drát, nikoli ohnutou trubičku. Lépe se s ním pracuje a na koncích drátu můžeme vytvarovat očka, která zaručí při následném lepení větší styčnou plochu, a tedy větší pevnost spoje. Drát musí být opravdu pevný, těžko se proto ohýbá. Nohy můžeme případně menším dětem připravit jako polotovary.
- 5) Nohy přilepíme pomocí tavné pistole k motorku.
- 6) Další špachtli rozpůlíme pomocí odlamovacího nože. Získáme tak dvě ruce, které velmi pevně přilepíme k převodům motorku. K rukám přilepíme vatové tyčinky jako lyžařské hůlky. Dáme pozor, aby hůlky mířily těsně vedle lyží, ne na ně.
- 7) Do držáku baterií vložíme baterie.

- 8) K motorku přilepíme vatovou kuličku-hlavu a pustíme se do závěrečného zdobení.

Fantazii se meze nekladou. Máme i jednoho lyžaře bez hlavy, prý tak vypadá víc jako drsňák. Přilepujeme oči, dokreslujeme úsměvy, šijeme čepičky, lepíme bambule, čechráme účesy, pleteme šály, stříháme šátky, drátěné nohy obmotáváme chlupatým drátem (obr. 4–9).



Obr. 4–9. Lyžaři, Letní fyzikální týden CG 2023.

9) A doladujeme.

Stejně jako u ostatních hejblat s motorkem vítězí ten, kdo pracoval precizně a symetricky. Nohy musí být stejně dlouhé, stejně ohnuté, hůlky ani moc dlouhé, ani moc krátké, lyžař nesmí být nakloněn ke straně. Ostatně při první testovací jízdě se všechny „neduhy“ okamžitě vyvalí a škodí...

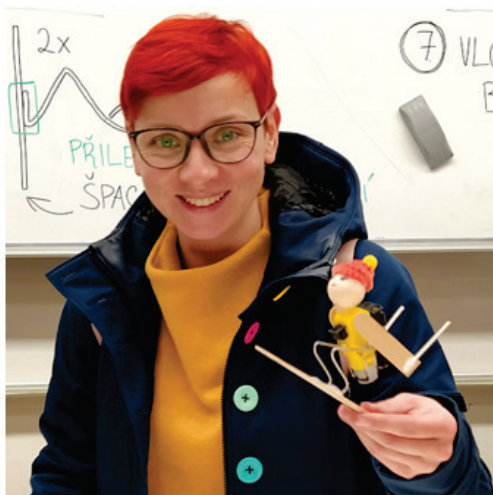
Naštěstí se dají nohy případně dorovnat, hůlky zkrátit, či přelepit, tělo trochu nahnout apod.

Pokud je lyžař příliš zběsilý, přilepíme mu dopředu na lyže nějakou malou zátěž.

10) Najdeme vhodnou „sněhovou pláň“ a jedeme!

Osvědčila se nám velká deska z polystyrenu. Zaručuje dostatečné tření, aby se lyžař pohodlně rozjel. Koberce většinou fungují také dobře. Zvolené podložce případně ještě přizpůsobíme konce hůlek. Někdy je dobré vatový konec na tyčince ponechat, někdy naopak sundat.

Lyžař je ryzí fyzikální radost. Nejen pro děti. I na elixířím setkání v Plzni se urodilo 26 plně funkčních lyžařů, kteří rozradostnili své výrobce (obr.10 –12). Na úplný závěr doporučuji ke zhlédnutí ještě naše video [6], záznam z našich prvních lyžařských pokusů s neočekávaným efektem.



Obr. 10–11. Lyžaři, setkání Elixíru do škol, RC Plzeň 2024.



Obr. 12. Lyžař, setkání Elixíru do škol, RC Plzeň 2024.

Odkazy

- [1] Cómo Hacer un Robot Esquiador. Dostupné z: https://www.youtube.com/watch?v=ZE2XlhSy_sk
- [2] Lyžaři (setkání Elixíru do škol, Plzeň). Dostupné z: <https://eu.zonerama.com/KaterinaLipertova/Album/11043686>
- [3] Laskakit. Dostupné z: <https://www.laskakit.cz/tt-motor-s-prevodovkou-plastove-prevody/>
- [4] Laskakit. Dostupné z: <https://www.laskakit.cz/comf-bh-321-1a-drzak-baterie-2xaa-dratove-vyvody/>
- [5] Laskakit. Dostupné z: <https://www.laskakit.cz/prepinac-kolebkovy-3a-250vac/>
- [6] Letní fyzikální týden CG 2023. Dostupné z: <https://eu.zonerama.com/KaterinaLipertova/Photo/10115801/398479888>

MĚŘENÍ NA LIDSKÉM TĚLE

Václav Pazdera

RC Olomouc

ÚVOR

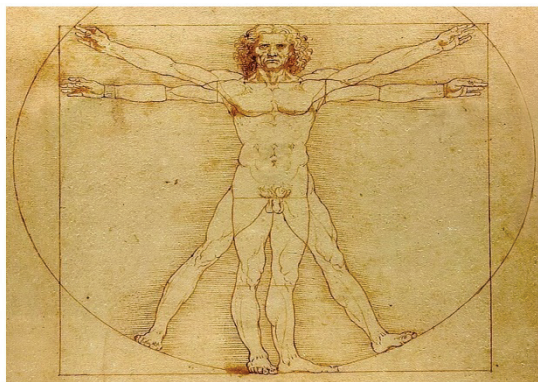


Abstrakt

„Lidský organismus je důležitým přírodovědným integračním vzdělávacím tématem. Ve výuce na základní a střední škole dává příležitost k silné poznávací motivaci žákyň a žáků. Lze jej účelně využít při realizaci mezipředmětových vztahů, zejména biologie a fyziky. Zde se jeví jako významná problematika měření přírodovědných veličin na lidském těle. Tato měření parametrů lidského těla jsou prezentována v podobě jednoduchých kvantitativních pokusů či projektů s jednoduchými i složitějšími měřidly.“[1]

Motivace

Obraz "Vitruviánský muž" od Leonarda da Vinciho (viz obr. 1.) je jedním z nejslavnějších a nejvýznamnějších děl v dějinách umění a vědy. Tento náčrt, vytvořený kolem roku 1490, představuje ideální proporce lidského těla, jak je popsal římský architekt Vitruvius ve svém díle "De Architectura". Obraz nás motivuje ke zkoumání (měření) lidského těla.



Obr. 1. Vitruviánský muž od Leonarda da Vinci [2]

Úvod

Měření lidského těla bývá ve škole zajímavým zpestřením běžných vyučovacích hodin, žáky to obvykle baví. Pokud je to na škole možné, doporučujeme v tomto tématu spolupráci s vyučujícím biologie, jak je uvedeno výše.

Příspěvek je inspirován článkem J. Trny a E. Trnové: Měříme lidské tělo [1]. V tomto článku je uvedeno více než 20 parametrů (veličin), které lze na lidském těle měřit, a které se používají v medicíně, fitness, výzkumu a dalších oblastech. Mezi nejběžnější měřené parametry patří například výška a rozpažení; rozměry chodidla; Body mass index (BMI); hmotnost; tepová frekvence; výkon; optická mohutnost oka atd. Tyto a mnoho dalších parametrů mohou poskytnout důležité informace o zdravotním stavu, fyzické kondici a celkové pohodě jednotlivce. Ke každé v článku uvedené veličině (parametru) tam najdeme stručný komentář a ověřené náměty pro měření.

V následujícím textu se budu věnovat stejným veličinám (ne všem), které jsou uvedeny v článku [1], avšak budu popisovat metody měření, které v tomto článku nejsou uvedené a rozšiřují tak možné způsoby měření (například o měření pomocí počítače). Některá měření jsou popsána v jiných člancích, budu je zde tedy pouze zmiňovat a odkazovat na ně.

Všechna zde uvedená měření jsem realizoval se studenty na nižším i vyšším gymnáziu, případně s účastníky setkání Elixíru do škol.

Rozměry chodidla, plocha chodidla a tlak

Se studenty jsme si na čtverečkovaný papír obkreslili obrys chodidla. Je možné to udělat i potřením chodidla barvou a otisknutím chodidla na čtverečkovaný papír. Můžeme se studenty diskutovat, který způsob je lepší (správnější). Podle příspěvku [1] můžeme spočítat index ploché nohy a také spočítat velikost tlaku, kterým člověk působí na zem (podložku).

Objem, hustota těla a body mass index (BMI)

Pomocí osobní váhy jednoduše změříme hmotnost těla. Dále diskutujeme se studenty, jak a čím změříme objem těla. Změříme objem těla metodou ponoření (Archimédův princip): Tělo se ponoří do nádoby (vana, sud, ...) s vodou a měří se objem vody vytlačené tělem. Tento objem vody je roven objemu těla. Tento postup lze provést takto:

1. Naplňte vanu (sud) vodou a zaznamenejte si počáteční „stav“ vody (značkou).
2. Pomalu ponořte tělo do vody a zaznamenejte si nový „stav“ vody (další značkou). Vylezte z vody.
3. Pak doplňte pomocí odměrné nádoby mezi první a druhou značkou chybějící vodu (kyblík se stupnicí), která odpovídá objemu těla.

Z těchto dvou veličin můžeme spočítat hustotu lidského těla a můžeme se studenty řešit, jak se chová lidské tělo ponořené do vody (případně slané vody – viz [3]).

Z hmotnosti a výšky těla můžeme určit body mass index (BMI) – viz výpočet [1] nebo [4]. Můžeme se studenty diskutovat o velikosti tohoto čísla – viz tabulka 1. S výsledky je nutno pracovat citlivě, zvláště s ohledem na žáky s poruchami příjmu potravy. Učitel by v žádném případě neměl chtít po žácích zveřejnění jejich osobního BMI.

Tabulka 1: Hodnoty BMI [4]

Kategorie	Rozsah BMI [kg/m ²]	BMI prime	Hmotnost osoby vysoké 180 cm
těžká podvýživa	$\leq 16,5$	méně než 0,66	méně než 53,5 kg
podváha	16,5–18,5	0,66–0,74	53,5–60 kg
ideální (zdravá) váha	18,5–25	0,74–1	60–81 kg
nadváha	25–30	1–1,2	81–97 kg
obezita prvního stupně	30–35	1,2–1,4	97–113 kg
obezita druhého stupně	35–40	1,4–1,6	113–130 kg
obezita třetího stupně (též morbidní obezita)	> 40	nad 1,6	nad 130 kg

Objem plic ☒ vitální kapacita

Objem plic (také nazývaný vitální kapacita) se měří pomocí spirometru. Na obrázku 2 je fotografie historického spirometru a spirometr měřicího systému Vernier.



Obr. 2. Spirometr – historický [5]. Spirometr měřicího systému Vernier [6].

Při práci ve třídě nejdříve diskutujeme se studenty, jak funguje spirometr (historický i moderní). Potom změříme objem plic – vitální kapacitu. K měření použijeme buď spirometr, který jsme vyrobili z pětilitrové PET láhve od pitné vody podle výše uvedeného historického nákresu, nebo pomocí měřicího systému.

Princip vodního spirometru

Spodní nádoba je naplněna vodou. Nad vodní hladinou je umístěna ponorná válcová komora (rezervoár) připojená k trubici, do které člověk dýchá. Tato válcová komora má stupnici (v litrech). Trubice (vpravo dole na obr. 3 opatřená kohoutem) vede od úst uživatele k ponorné válcové komoře. Když uživatel vydechuje vzduch z plic do trubice, vzduch jde do ponorné komory, která se zvedne, protože vzduch vytlačuje vodu. Při nadechování je proces opačný, vzduch je nasáván zpět a komora se ponoří hlouběji do vody. Na straně nádoby je umístěna měřicí škála (stupnice), která zaznamenává změny objemu komory, což odpovídá objemu vzduchu vdechnutého nebo vydechnutého uživatelem.

Měření vitální kapacity plic

Ve škole můžeme se žáky vyrobit spirometr (pneumatometr) z 5-litrové PET láhve od vody pomocí následujících kroků.

Potřebný materiál:

- 5 litrová PET láhev od vody
- Velká nádoba (větší než PET láhev), např. plastový kýbl nebo skleněné akvárium
- Plastová trubice (hadice) dlouhá přibližně 1 metr
- Nálevka
- Voda
- Fix
- Pravítko nebo měřicí páska
- Lepicí páska nebo těsnicí materiál (např. silikon)

Postup:

1. Příprava PET láhve:
Ujistěte se, že PET láhev je čistá a suchá.

Opatrně odřízněte dno PET láhve. Tím vytvoříte otevřený konec, který bude ponořen do vody.

2. Příprava nádoby:

Naplňte velkou nádobu vodou. Měla by být dostatečně hluboká, aby do ní mohla být ponořena celá PET láhev až po hrdlo.

3. Připojení trubice:

Vezměte plastovou trubici a jeden její konec připevněte k hrdlu PET láhve. Ujistěte se, že spoj je těsný, aby nedocházelo k úniku vzduchu. Můžete použít lepicí pásku nebo těsnicí materiál.

Druhý konec trubice bude sloužit jako „náustek“, do kterého budete dýchat.

4. Kalibrace PET láhve:

PET láhev otočte „vzhůru nohama“ (dnem vzhůru, které už je odříznuté). Postupně plňte PET láhev vodou po 500 ml a udělejte si značky na PET láhvi po 500 ml (0,5 litru) nebo 1 litru. Tyto značky vám pomohou měřit vydechnutý objem vzduchu.

Po kalibraci nasuňte PET láhev do vody (vytlačí vzduch hadicí ven) až po hrdlo.

5. Měření objemu vzduchu:

Když jste připraveni na měření, hluboce se nadechněte a pak vydechněte do náustku (plastové trubice). Vzduch, který vydechnete, vytlačí vodu z PET láhve a láhev se bude pohybovat nahoru.

Sledujte, kolik vody bylo vytlačeno, a zaznamenejte to podle značek na PET láhvi. To vám dá objem vydechnutého vzduchu (vitální kapacitu plic)



Obr. 3. Mírně vylepšený výše uvedený spirometr

Bezpečnostní pokyny:

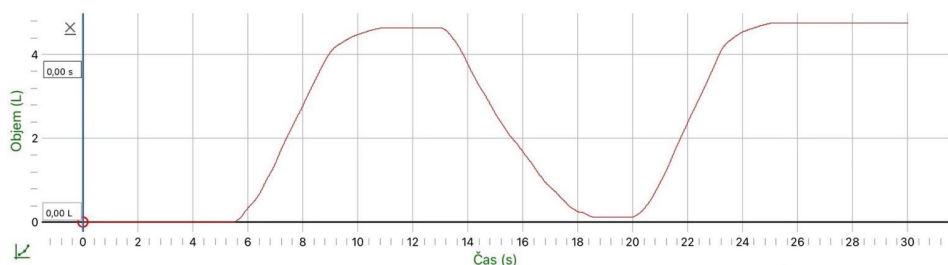
Ujistěte se, že všechny spoje jsou těsné, aby nedocházelo k úniku vzduchu. Pokud používáte PET láhev a plastovou trubici, zajistěte, aby byly čisté, aby se zabránilo jakémukoliv zdravotnímu riziku.

Tento jednoduchý spirometr vám umožní měřit objem vydechnutého vzduchu a může být použit pro základní experimenty a měření kapacity plic.

Použití spirometru Vernier pro měření vitální kapacity plic

Popis funkce spirometru Vernier viz [7].

Na obr. 4. je změřený objemový průtok tímto spirometrem [6]. Z grafu je vidět, že vitální kapacita plic je přibližně 5 litrů.



Obr. 4. Záznam měření spirometrem měřicího systému Vernier [6].

Reakční doba

Reakční doba člověka se liší v závislosti na několika faktorech, včetně typu podnětu (vizuální, sluchový nebo hmatový).

Zde jsou některé typické hodnoty [8]:

Vizuální podněty: Průměrná reakční doba na vizuální podněty je přibližně 200–250 milisekund.

Sluchové podněty: Lidé obvykle reagují rychleji na sluchové podněty, s průměrnou reakční dobou kolem 150–200 milisekund.

Hmatové podněty: Reakční doba na hmatové podněty (dotyk) je také rychlá, přibližně 150–200 milisekund.

Faktory ovlivňující reakční dobu:

Věk: Mladší lidé mají obvykle kratší reakční dobu než starší lidé.

Únava a ospalost: Únava zvyšuje reakční dobu.

Pozornost a koncentrace: Vyšší míra pozornosti a koncentrace snižuje reakční dobu.

Zkušenost a trénink: Trénink a zkušenost s určitým úkolem mohou zlepšit reakční dobu.

Optimální podmínky pro nejrychlejší reakční dobu zahrnují dobrou fyzickou kondici, bdělost a trénink v dané činnosti.

Měření reakční doby může být provedeno různými způsoby, které zahrnují jak jednoduché nástroje, tak sofistikovaná zařízení.

Měření reakční doby ☒ Metoda pravítka

Metoda pravítka je jednoduchý a populární způsob měření reakční doby. Její provedení je snadné a nevyžaduje žádné složité vybavení. Zde je podrobný popis, jak tuto metodu provést a jak vypočítat reakční dobu:

Pomůcky: Pravítko (obvykle 30 cm dlouhé)

Postup:

Dobrovolník sedí nebo stojí s rukou připravenou chytit pravítko. Jeho prsty by měly být na úrovni nuly na pravítku. Druhá osoba (experimentátor) drží pravítko tak, aby jeho spodní konec byl mezi palcem a ukazováčkem dobrovolníka, aniž by se pravítka dotýkal. Experimentátor nečekaně pustí pravítko a dobrovolník se snaží pravítko co nejrychleji chytit. Místo, kde dobrovolník pravítko chytil, se zaznamená (v centimetrech).

Výpočet reakční doby:

Použijeme fyzikální vzorec pro volný pád k výpočtu reakční doby. Pravítko padá volně a jeho dráha je dána vzorcem:

$$s = \frac{1}{2} g \cdot t^2$$

kde: s je vzdálenost (v cm), kterou pravítko urazilo; g je gravitační zrychlení (přibližně $9,81 \text{ cm/s}^2$); t je čas (v sekundách), tedy reakční doba. Z tohoto vzorce odvodíme reakční dobu t :

$$t = \sqrt{\frac{2s}{g}}$$

Příklad:

Předpokládejme, že dobrovolník chytil pravítko po 20 cm pádu. Reakční doba dobrovolníka je tedy přibližně 0,2 sekundy.

Důležité poznámky:

Měření by mělo být provedeno několikrát a průměrná hodnota by měla být použita pro přesnější odhad reakční doby.

Aby bylo zajištěno, že dobrovolník není předem připraven, experimentátor by měl měnit čas, kdy pravítko pustí.

Měření by měla probíhat v klidném prostředí bez rušivých vlivů.

Je vhodné si na pravítko k “centimetrům” napsat odpovídající hodnotu reakční doby.

Další možnosti měření reakční doby

Dalšími možnými způsoby měření reakční doby je měření rychlosti reakce na sluchový podnět [9] a měření reakční doby s měřícím systémem Vernier [10]. K určení reakční doby lze využít i počítačové testy. Existuje mnoho online a softwarových nástrojů, které měří reakční dobu. Subjekt reaguje na vizuální nebo zvukový podnět kliknutím myši nebo stisknutím klávesy – viz např. [11]. Vyhodnocení je prováděno automaticky – software zaznamená čas od podnětu po reakci a vypočítá průměrnou reakční dobu po několika opakováních.

Frekvence hlasivek

Frekvence kmitání hlasivek určuje frekvenční rozsah lidského hlasu, který je 50 Hz až 2000 Hz.

Frekvence vibrací hlasivek se mění v závislosti na výšce (frekvenci) hlasu, kterou osoba vydává.

Zde jsou základní informace o frekvenci vibrací hlasivek [12]:

Základní frekvence hlasivek:

Muži: Průměrná základní frekvence mužských hlasivek je přibližně 85 až 180 Hz. To odpovídá hlubším hlasům.

Ženy: Průměrná základní frekvence ženských hlasivek je přibližně 165 až 255 Hz. Ženské hlasy jsou obvykle vyšší než mužské hlasy.

Děti: Dětské hlasy mají ještě vyšší frekvence, často přes 300 Hz.

Faktory ovlivňující frekvenci hlasivek:

Délka hlasivek: Delší hlasivky vibrují při nižších frekvencích, což produkuje hlubší hlasy. Muži mají obecně delší hlasivky než ženy.

Napětí hlasivek: Zvýšení napětí hlasivek zvyšuje frekvenci vibrací, což vede k vyšším tónům. Napětí hlasivek může být ovládáno svaly kolem hrtanu.

Hmotnost hlasivek: Těžší hlasivky mají tendenci vibrovat pomaleji a vytvářet nižší frekvence.

Rozsah frekvencí u trénovaných osob

Profesionální zpěváci mohou trénovat své hlasivky a dosáhnout širšího rozsahu frekvencí:

Bas: 50–200 Hz

Baryton: 100–300 Hz

Tenor: 150–400 Hz

Alt: 200–700 Hz

Soprán: 250–1000 Hz

Měření frekvence hlasivek s mikrofonom Vernier zde neuvádím, je podrobně popsáno v [13].

Tepová frekvence

Tepová frekvence, často označovaná jako srdeční frekvence, je počet srdečních tepů za minutu (bpm, beats per minute). Srdeční frekvence je klíčovým ukazatelem zdravotního stavu a může být ovlivněna různými faktory, jako jsou fyzická aktivita, stres, nemoc nebo medikace.

Normální hodnoty tepové frekvence [14]:

Dospělí: Normální klidová srdeční frekvence se u dospělých pohybuje mezi 60 a 100 bpm.

Sportovci: Vytrvalostní sportovci mohou mít klidovou srdeční frekvenci nižší, často mezi 40 a 60 bpm, což je známkou efektivnějšího srdečního výkonu.

Děti: Srdeční frekvence dětí je obvykle vyšší než u dospělých. Například novorozenci mají klidovou srdeční frekvenci kolem 120–160 bpm, zatímco starší děti (6–15 let) mají frekvenci mezi 70 a 100 bpm.

Faktory ovlivňující tepovou frekvenci:

Fyzická aktivita: Srdeční frekvence se zvyšuje během fyzické aktivity a může dosáhnout hodnot mezi 120 a 180 bpm, v závislosti na intenzitě cvičení.

Stres a emoční stav: Stres, úzkost, strach nebo vzrušení mohou zvýšit srdeční frekvenci.

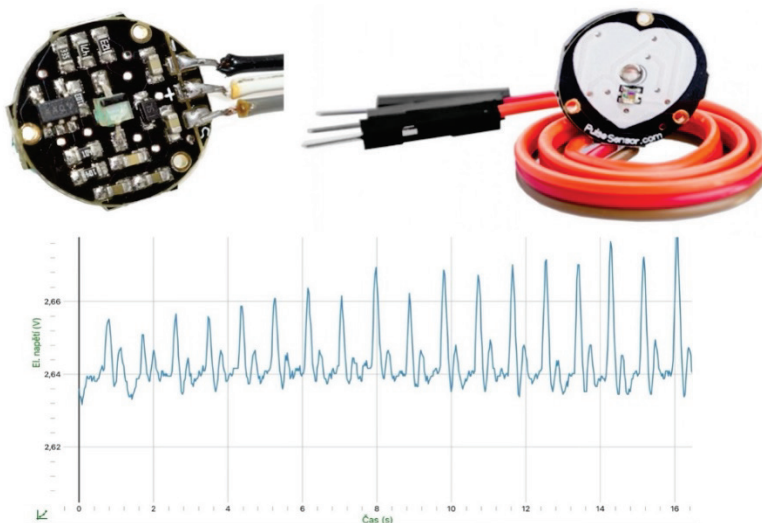
Zdravotní stav: Nemoci, jako jsou infekce nebo horečka, mohou zvýšit srdeční frekvenci. Některé srdeční poruchy nebo poruchy štítné žlázy mohou také ovlivnit srdeční frekvenci.

Pravidelné cvičení a dobrá fyzická kondice mohou vést k nižší klidové srdeční frekvenci.

Měření tepové frekvence:

1. Ruční měření (palpační metoda):

Postup: Položte dva prsty (ukazovák a prostředníček) na tepnu (např. na zápěstí – radiální tepna; nebo na krku – karotická tepna). Počítejte počet tepů za 15 sekund a vynásobte 4, abyste získali počet tepů za minutu.



Obr. 5. Senzor srdečního tepu [15] a signál z něj snímaný voltmetrem měřicího systému Vernier.

2. Elektronické měřiče:

Fitness trackery a chytré hodinky: Tato zařízení často měří srdeční frekvenci pomocí optických senzorů na zápěstí.

Hrudní pásy: Používají se při sportovních aktivitách pro přesnější měření, protože zaznamenávají elektrické impulzy srdeční činnosti. Např. senzor srdečního tepu (pás okolo hrudníku) [16]

EKG (elektrokardiogram): Poskytuje podrobný záznam srdeční činnosti a frekvence. Např.: senzor EKG [17]

Senzor srdečního tepu – viz obr. 5.

Význam monitorování tepové frekvence:

Zdraví srdce: Pravidelné monitorování srdeční frekvence může pomoci detekovat abnormality nebo poruchy srdečního rytmu.

Fyzická kondice: Sledování srdeční frekvence během cvičení může pomoci optimalizovat trénink a zajistit, že se nacházíte v „cílové zóně“ srdeční frekvence.

Stres a regenerace: Měření srdeční frekvence může být také užitečné pro sledování reakce těla na stres a regeneraci po fyzické námaze.

Sledování tepové frekvence je důležitou součástí celkového zdraví a wellness.

Dechová frekvence

Dechová frekvence neboli počet dechů za minutu, je důležitým ukazatelem respiračního zdraví a celkového stavu organismu. Zde jsou základní informace o dechové frekvenci [18]:

Normální hodnoty dechové frekvence:

Dospělí: Normální klidová dechová frekvence pro dospělé je přibližně 12 až 20 dechů za minutu.

Děti: Děti mají obvykle vyšší dechovou frekvenci než dospělí. Například novorozenci mají dechovou frekvenci kolem 30 až 60 dechů za minutu, zatímco starší děti (6–12 let) mají frekvenci mezi 18 a 30 dechů za minutu.

Faktory ovlivňující dechovou frekvenci

Fyzická aktivita: Při fyzické námaze se dechová frekvence zvyšuje, aby se zajistilo dostatečné okysličení svalů.

Stres a emoční stav: Stres, úzkost nebo vzrušení mohou způsobit zvýšení dechové frekvence.

Zdravotní stav: Nemoci, jako jsou infekce dýchacích cest, astma, plicní onemocnění nebo srdeční problémy, mohou ovlivnit dechovou frekvenci.

Spánek: Během spánku je dechová frekvence obvykle nižší.

Věk: Mladší lidé a děti mají vyšší dechovou frekvenci než starší lidé.

Měření dechové frekvence

Dechovou frekvenci lze měřit ručně nebo pomocí různých přístrojů:

1. Ruční měření:

Postup: Sledujte nebo položte ruku na hrudník nebo břicho osoby a počítejte počet nádechů (zvednutí hrudníku nebo břicha) za jednu minutu. Alternativně můžete počítat dechové cykly po dobu 30 sekund a výsledek vynásobit dvěma, nebo po dobu 15 sekund a výsledek vynásobit čtyřmi.

Tip: Pro co nejpřesnější měření by osoba měla být v klidu a neměla by vědět, že je její dechová frekvence měřena, protože povědomí o měření může ovlivnit její dýchání.

2. Elektronické přístroje:

Pulzní oxymetr: Některé moderní pulzní oxymetry dokáží měřit dechovou frekvenci vedle saturace kyslíku v krvi.

Respirační monitory: Speciální přístroje navržené k monitorování dechové frekvence mohou být použity v nemocnicích nebo domácí péči.

Spirometr: viz měření [7]

Pravidelné sledování dechové frekvence může poskytnout cenné informace o zdravotním stavu a pomoci včas odhalit možné zdravotní problémy.

Rychlost chůze

Rychlost chůze je důležitým ukazatelem fyzické kondice, zdraví a celkové mobility. Rychlost chůze se může lišit v závislosti na věku, pohlaví, zdravotním stavu a kondici jedince. Průměrné hodnoty rychlosti chůze:

Dospělí: Průměrná rychlost chůze dospělého člověka je přibližně 1,4 metru za sekundu (5 km/h).

Starší lidé: U starších lidí může být rychlost chůze nižší, často kolem 1 až 1,3 metru za sekundu (3,6 až 4,7 km/h).

Děti: Rychlost chůze dětí se zvyšuje s věkem a výškou, přičemž průměrné hodnoty se mohou lišit.

Měření rychlosti chůze

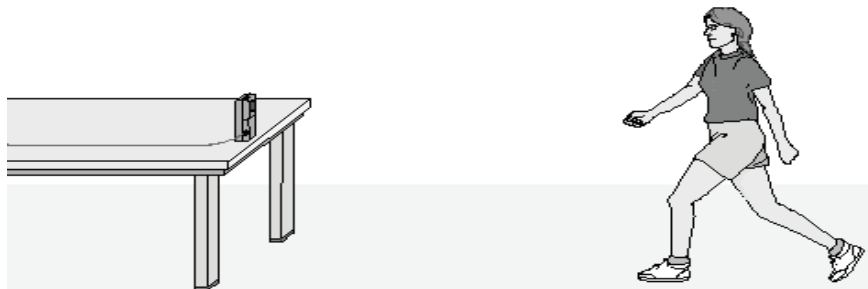
Měřit rychlost chůze lze několika způsoby, zde popisují dva základní:

1. Ruční měření:

Postup: Vyberte rovný úsek (např. 10 nebo 20 metrů). Osoba jde normální rychlostí a čas se měří pomocí stopky.

Výpočet: Rychlost se vypočítá vydělením vzdálenosti časem ($v = s:t$).

2. Ultrazvukový senzor pohybu (postup měření rychlosti a zrychlení viz [19])



Obr. 6. Ultrazvukový senzor pohybu [20]

Při zkoumání pohybů a jejich rychlosti lze využít i videoanalýzu, která je podrobněji popsána v [21]. Rychlost chůze je užitečným a snadno měřitelným ukazatelem, který může poskytnout cenné informace o zdravotním a fyzickém stavu jednotlivce.

Síla

Měření síly na lidském těle je důležitým aspektem fyziologických a biomechanických studií, sportovního tréninku, rehabilitace a ergonomie. Existuje několik metod a nástrojů, které se používají k měření různých typů síly, včetně svalové síly, úchopové síly a nárazových sil. Zde jsou některé z hlavních metod:

Měření síly

1. Dynamometry jsou přístroje, které měří sílu nebo výkon při svalové kontrakci.

Ruční dynamometr: Používá se k měření úchopové síly ruky. Jedná se o jednoduchý přístroj, který člověk stiskne a dynamometr ukáže maximální dosaženou sílu – návod na měření síly stisku ruky a dalších viz [22]

Izometrický dynamometr: Měří sílu při izometrické kontrakci (bez pohybu). Používá se pro měření síly různých svalových skupin, například při stisknutí nebo tahání.

2. Silové plošiny měří síly působící na plošinu, obvykle během chůze, běhu nebo skoku, dřepu, kliku apod.

Postup: Osoba provádí pohyb na silové plošině [22], která zaznamenává vertikální, horizontální a laterální síly.

Výstup: Data z plošiny umožňují analýzu síly, rovnováhy a biomechaniky pohybu.



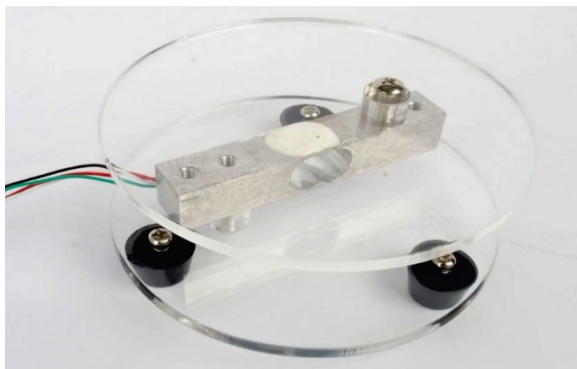
Obr. 7 Plošný siloměr a senzor síly stisku ruky [23]

3. Tenzometry jsou senzory, které měří napětí nebo tah v materiálu, do kterého jsou integrovány.

Použití: Mohou být umístěny na povrchu těla nebo integrovány do zařízení pro měření síly v různých kontextech, například v ortopedických pomůckách nebo tréninkových zařízeních.

Výstup: Poskytují přesná data o síle působící na specifické body.

Poznámka: Tenzometr najdeme například uvnitř digitální váhy, kterou používáme v kuchyni.



Obr. 8. Tenzometr uvnitř digitálních vah [24]

Měření síly na lidském těle je klíčové pro pochopení fyziologických procesů, zlepšení výkonu a zdraví, a prevenci zranění.

Poznámka: Určení síly při svalové kontrakci může být použito také k odhadu práce vykonané svaly.

Teplota lidského těla

Měření teploty lidského těla je základní metodou pro hodnocení zdravotního stavu. Existuje několik různých metod a zařízení pro měření tělesné teploty, které se liší přesností, rychlostí a komfortem. Níže jsou popsány nejčastější metody měření teploty lidského těla:

Měření teploty

1. Orální měření (v ústech)

Postup: Teploměr se umístí pod jazyk a ústa se zavřou, aby se zajistil kontakt s tkáněmi.

Výhody: Snadné a běžné.

Nevýhody: Může být ovlivněno jídlem, pitím nebo kouřením před měřením. Nevhodné pro velmi malé děti nebo lidi, kteří nemohou spolupracovat.

2. Rektální měření (v konečníku)

Postup: Teploměr se jemně zavede do konečníku (asi 1–2 cm u dětí, 2–3 cm u dospělých).

Výhody: Velmi přesné, vhodné pro malé děti a kojence.

Nevýhody: Méně komfortní a invazivní.

3. Axilární měření (v podpaží)

Postup: Teploměr se umístí do podpaží a paže se přitiskne k tělu.

Výhody: Neinvazivní a snadné.

Nevýhody: Méně přesné než orální nebo rektální měření, může trvat déle.

4. Tympanické měření (v uchu)

Postup: Speciální infračervený teploměr [25] se zavede do ušního kanálu a měří teplotu bubínku.

Výhody: Rychlé a relativně přesné.

Nevýhody: Může být ovlivněno ušním mazem nebo nesprávným umístěním teploměru. Nevhodné pro velmi malé děti.

5. Temporální měření (na čele)

Postup: Infračervený teploměr [26] se přejede přes čelo nebo skenuje teplotu na čele.

Výhody: Neinvazivní, rychlé a pohodlné.

Nevýhody: Může být méně přesné při nesprávném použití, nebo pokud je čelo zpocené. Je třeba si také uvědomit, že termokamera i infrateploměr měří

povrchovou teploty těla. Tato povrchová teplota je vždy odlišná od vnitřní teploty těla.



Obr. 9. Chytrý infračervený teploměr [26]

Faktory ovlivňující měření teploty:

Čas měření: Teplota těla kolísá během dne (tzv. cirkadiánní rytmus), obvykle je nejnižší ráno a nejvyšší večer.

Aktivita: Fyzická aktivita může zvýšit tělesnou teplotu.

Prostředí: Teplota okolí může ovlivnit měření, zejména při axilárním nebo temporálním měření.

Stav pacienta: Nemoci, horečka, dehydratace nebo šok mohou ovlivnit tělesnou teplotu.

Normální tělesná teplota

Průměrná normální tělesná teplota: Přibližně 37 °C, ale může se pohybovat mezi 36,1 °C a 37,2 °C.

Horečka: Obvykle se definuje jako tělesná teplota nad 38 °C.

Podchlazení: Definuje se jako tělesná teplota pod 35 °C.

Přesné měření tělesné teploty je klíčové pro diagnostiku a sledování zdravotního stavu. Výběr správné metody a zařízení závisí na konkrétní situaci a potřebách pacienta.

Elektrické napětí

Elektrické napětí na těle, často měřené jako elektrická aktivita, je klíčové pro různé medicínské diagnostiky a monitorovací systémy. Existuje několik běžných způsobů měření této elektrické aktivity, které se liší podle cílového orgánu nebo systému v těle. Zde jako příklad uvádím pouze měření EKG, které je možné provést pomocí senzoru Vernier.

Elektrokardiografie (EKG) měří elektrickou aktivitu srdce pomocí elektrod připevněných na kůži.

Princip: Každý srdeční tep generuje malé elektrické signály, které se šíří po celém těle a lze je zachytit na povrchu kůže.

Použití: Diagnostika srdečních onemocnění, monitorování srdečního rytmu.

Podrobnější popis měření EKG viz [27]

Pouze pro informaci zde uvádím bezpečnostní limity pro lidské tělo podle typu napětí:

a) Stejnosměrné napětí (DC)

Bezpečný limit: Obecně je považováno za bezpečné napětí do 60 V DC. Při vyšších napětích se zvyšuje riziko úrazu.

b) Střídavé napětí (AC)

Bezpečný limit: Pro střídavé napětí je bezpečná hranice obvykle stanovena na 30 V RMS (Root Mean Square = efektivní hodnota). Vyšší napětí, zejména při frekvenci 50/60 Hz (běžná síťová frekvence), může způsobit nebezpečné srdeční arytmie nebo fibrilaci.

Elektrický proud v lidském těle a odpor lidského těla

Měření proudu procházejícího lidským tělem je citlivý úkol, který vyžaduje pečlivý přístup k bezpečnosti. Zde je postup, jak měřit proud lidským tělem a základní principy a bezpečnostní opatření, které je třeba dodržovat.

Pro přímé měření proudu lidským tělem je důležité použít nízkonapěťové a nízkoproudé zdroje, které minimalizují riziko zranění (například plochá baterie).

Měření proudu lidským tělem

Změření proudu:

- Přepněte multimetr na měření proudu (miliampérů, mA).
- Připojte multimetr do obvodu s plochou baterií tak, aby měřil proud procházející tělem (podobně jako se měří proud procházející rezistorem v jednoduchém elektrickém obvodu). Člověk drží v ruce banánky připojovacích vodičů. Je nutné zabránit přímému dotyku těchto připojovacích vodičů, neboť v tom případě by byl ampérmetr zkratovaný a mohl by se poškodit.
- Zaznamenejte hodnotu proudu.

Technicky náročnější měření je popsáno v [28], měření s pomocí počítače v [29].

Ke kvalitativní ukázce průchodu proudu lidským tělem (studenti se uchopí za ruce a vytvoří „obvod“) lze použít indikátor malých proudů v [30].

Měření odporu těla

Odpor lidského těla se může značně lišit v závislosti na podmínkách, jako je vlhkost pokožky, oblast kontaktu a tlak. V suchých podmínkách může být odpor těla v řádu stovek kiloohmů (např. 1 kΩ až 100 kΩ), zatímco ve vlhkých podmínkách může být výrazně nižší.

Pro výpočet odporu lidského těla se používá Ohmův zákon ($I = U:R$), kde:

I je proud (v ampérech, A), U je napětí (ve voltech, V), R je odpor (v ohmech, Ω).

Výše uvedeným způsobem žáci změří proud procházející tělem v případě suchých a mokrých rukou, voltmetrem změří napětí baterie a vypočítají odpor.

Alternativně lze použít i přímé měření odporu těla a porovnat oba způsoby.

- Přepněte multimetr na měření odporu.
- Zaznamenejte hodnotu odporu těla.
- Měříme pro „suché“ a „mokrě“ ruce

Poznámka: Při použití přímého měření pomocí ohmmetru může dojít k tomu, že lidské tělo v kombinaci s kovovými banánky vodičů působí jako dodatečný elektrický článek, a tedy hodnoty nemusí být spolehlivé.

Bezpečnostní opatření

Nízké napětí a proud: Používejte napětí (baterie 4,5 V nebo 9 V) a proudy v bezpečných mezích, aby se předešlo riziku úrazu.

Okamžitá pomoc: Mějte k dispozici prostředky pro okamžitou první pomoc v případě úrazu elektrickým proudem.

Tímto způsobem lze bezpečně měřit proud procházející lidským tělem, a to jak pro výzkumné, tak diagnostické účely, při dodržení přísných bezpečnostních pravidel.

Pro informaci zde uvádím bezpečnostní limity proudu, který prochází tělem.

Proud je často hlavním faktorem způsobujícím poškození (úraz, smrt). [31]

- Do 1 mA: Necitelný až velmi slabý pocit brnění.

- 1 mA – 10 mA: Pocit brnění, svalové kontrakce, ale obvykle neškodné.
- 10 mA – 20 mA: Bolestivé pocity, svalové křeče, obtíže s uvolněním drženého předmětu (nikdy nezkoušejte!!!).
- 20 mA – 100 mA: Silné svalové křeče, zástava dechu (respirační paralýza), možné srdeční problémy (nikdy nezkoušejte!!!).
- Nad 100 mA: Velmi nebezpečné, srdeční fibrilace, vážné popáleniny, možné smrtelné následky (nikdy nezkoušejte!!!).

Závěrem

Měření fyzikálních veličin na lidském těle je neocenitelným nástrojem v lékařské praxi a výzkumu. Pokroky v technologiích a metodách měření přinášejí stále přesnější a spolehlivější údaje, které zlepšují kvalitu péče a přispívají k lepšímu porozumění lidskému tělu a zdraví.

Je tedy vhodné, když se žáci alespoň se základními měřeními fyzikálních veličin na lidském těle ve škole seznámí.

Literatura

- [1] Trna J., Trnová E.: Měříme lidské tělo. In Souhrnný sborník Veletrhu nápadů učitelů fyziky. Dostupné z: <https://vnuf.cz/sbornik/prispevky/10-03-Trna.html>
- [2] Nejslavnější kresba: Lidské tělo jako vzor dokonalosti. Dostupné z: <https://www.abicko.cz/clanek/precti-si-zabava-historie/13882/nejslavnejsi-kresba-lidske-telo-jako-vzor-dokonalosti.html>
- [3] Dvořáková I.: Z cizích luhů a hájů. In: Sborník příspěvků z Veletrhu nápadů 25. Dostupné z: https://kdf.mff.cuni.cz/lide/dvorakova/IrenaDvorakova_VeletrhNapadu25.pdf
- [4] Index tělesné hmotnosti. Wikipedie. Dostupné z: https://cs.wikipedia.org/wiki/Index_t%C4%9blesn%C3%A9_hmotnosti
- [5] Historický spirometr. Dostupné z: <https://www.istockphoto.com/cs/vektor/historický-spirometr-rytina-dřeva-publikováno-v-roce-1897-gm1134225708-301321922>

- [6] Spirometrie. Dostupné z:
<https://www.vernier.cz/video/prehrat/kod/5oHgP4F9itw>
- [7] Popis funkce spirometru Vernier. [online]. Dostupné z:
<https://www.vernier.cz/katalog/manualy/sk/GDX-SPR.pdf>
- [8] Reakční doba. Dostupné z:
https://is.muni.cz/do/rect/el/estud/lf/js21/fyziologie/web/pages/30_reakcni_doba.html
- [9] Dvořák L.: Rychlost reakce na sluchový podnět. Souhrnný sborník Veletrhu nápadů učitelů fyziky. Dostupné z:
<https://vnuf.cz/sbornik/prispevky/18-03-Dvorak.html>
- [10] Veličiny a jejich měření. ČAS, REAKČNÍ DOBA. Dostupné z:
https://www.vernier.cz/experimenty/pazdera/1.3/1.3_cas_reakcni_doba_pracovni_listy.doc
- [11] Reaction Speed. Dostupné z:
https://play.google.com/store/apps/details?id=com.SamPartridge.reacti_onspeed&hl=en_US
- [12] Hradecká Z.: FYZIOLOGIE LIDSKÉHO HLASOVÉHO ÚSTROJÍ, diplomová práce PŘF MU, Brno 2007. Dostupné z:
https://is.muni.cz/th/y0tvu/Fyziologie_lidskeho_hlasoveho_ustroji_-_diplomova_prace.pdf
- [13] Zvukové vlnění. Zdroje zvuku. Dostupné z:
https://www.vernier.cz/experimenty/pazdera/6.13/6.13_zdroje_zvuku_pracovni_listy.doc
- [14] Puls. Dostupné z: <https://cs.wikipedia.org/wiki/Puls>
- [15] Detektor srdečního tepu XD-58C. Dostupné z:
<https://www.laskakit.cz/detektor-srdecniho-tepu-xd-58c/>
- [16] Bezdrátový senzor srdečního tepu (pás okolo hrudníku). Dostupné z:
<https://www.vernier.cz/produkty/podrobne-informace/kod/gw-ehr>
- [17] Go Direct školní EKG senzor. Dostupné z:
<https://www.vernier.cz/produkty/podrobne-informace/kod/GDX-EKG>
- [18] Dechová frekvence. Dostupné z:
https://www.wikiskripta.eu/w/Sledování_fyziologických_funkcí
- [19] Veličiny a jejich měření. Rychlost. Dostupné z:
https://www.vernier.cz/experimenty/pazdera/1.4/1.4_rychlost_pracovni_listy.doc
- [20] Go Direct sonar (čidlo polohy a pohybu) Dostupné z:
<https://www.vernier.cz/produkty/podrobne-informace/kod/gdx-md>

- [21] Ševčík, M.: Videoanalýza pohybů ve sportu. Bakalářská práce PeDF MUNI, Brno 2020. Dostupné z: https://is.muni.cz/th/mt9bl/Videoanalyza_pohybu_ve_sportu_-_Bakalarska_prace.pdf
- [22] Síly a jejich vlastnosti. SÍLA Dostupné z: https://www.vernier.cz/experimenty/pazdera/1.7/1.7_sila_pracovni_listy.doc
- [23] Go Direct čidlo síly stisku ruky s integrovaným akcelerometrem a gyroskopem a Go Direct siloměrná plošina . Dostupné z: https://www.vernier.cz/produkty/podrobne-informace/kod/gdx-hd_a
<https://www.vernier.cz/produkty/podrobne-informace/kod/gdx-fp>
- [24] Tenzometr. Dostupné z: <https://www.zive.cz/clanky/programovani-elektroniky-postavime-5kg-kuchynskou-vahu-pro-kazdeho-kutilla-a-kutilku/sc-3-a-213359/default.aspx#>
- [25] Digitální ušní teploměr. Dostupné z: https://www.drmax.cz/braun-irt-3030-digitalni-usni-teplomer?gad_source=1&gclid=EAlaQobChMI-6GM47e8hgMVUpODBx3qYxayEAQYASABEgJkL_D_BwE
- [26] Chytrý tělesný teploměr. Dostupné z: <https://www.smarty.cz/Withings-Thermo-chytry-telesny-teplomer-bily-p22633>
- [27] Mechanika. EKG. AKTIVITA SRDEČNÍHO SVALU. Dostupné z: https://www.vernier.cz/experimenty/pazdera/9.2/9.2_ekg_aktivita_srdecniho_svalu_pracovni_listy.doc
- [28] Piskač, V.: Proudový zdroj 10 mA. Dostupné z: https://fyzikalnisuplik.websnadno.cz/2016/proudovy_zdroj_10_ma.pdf
- [29] Lidské tělo v elektrickém obvodu. Dostupné z: <https://www.vernier.cz/stahnout/kucharka/kod/lidske-telo-v-elektrickem-obvodu-GA>
- [30] Dvořák L.: Náboje kam se podíváš. In: Sborník příspěvků z Dílen Heuréky 2009-2010. Dostupné z: https://kdf.mff.cuni.cz/lide/dvorak/clanky/DilnyHeureky/DilnyHeureky_2009_LD_Naboje.pdf#page19
- [31] Nebezpečí úrazu elektrickým proudem. Příručka pro hodnocení rizik v malých a středních podnicích. Vydal Výzkumný ústav bezpečnosti práce. 2024. Dostupné z: <https://vubp.cz/soubory/produkty/publikace/ke-stazeni/nebezpeceni-urazu-elektrickym-proudem.pdf>

NENÍ PLAST JAKO PLAST

Renáta Ottová

Chemický elixír Praha 6

BRÉZEN



Ačkoli plastové sáčky denně používáme, asi málokoho napadne zamýšlet se nad chováním sáčků z plastu vůči vodě či zemině. Jsme zvyklí používat je na zabalení potravin, které se rosí nebo mohou být i tekuté. Prodávají se pytle na přenášení hlíny či pěstování brambor. Na nápad experimentovat s plastovými sáčky, vodou a hlínou mě přivedla Adéla Marschallová Rumlerová v prvním pokusu z Plastíkova kufříku *Zcela běžné plastové fólie?*. Na webových stránkách [1], [2] je k dispozici podrobný návod, video s pokusem i možnost stažení učebnice pro děti a příručky pro učitele.

Níže uvedené experimenty lze však realizovat i bez Plastíkova kufříku se žáky na druhém stupni i na střední škole. Pokud se omezíme na zkoumání a popis chování plastů, tak lze tyto pokusy provádět i se žáky na prvním stupni ZŠ.

Potřebujeme:

PE sáček (z polyethylenu, běžný sáček např. na uchování potravin), PVA sáček (z polyvinylalkoholu) [3], [4], [5], [6], BIO sáček (ze škrobu) [7], nůžky, 4 misky, sklenici s vlažnou vodou, pipetu/kapátko, tyčinku/lžičku na zamíchání, 3 malé květináče/kelímky s vlhkou zeminou/kompostem

Zadání:

Prozkoumejte sáčky (PE, PVA, BIO) a napište, kde je používáme. Odhadněte a pokusem ověřte chování plastových sáčků vůči vodě a hlíně.

Postup:

1. Sáčky si důkladně prohlédněte, запиšte své pozorování a popište, kde plastové sáčky používáme. (Vypadají stejně nebo se liší? Jaké jsou na

pohmat? Setkali jste se s nimi? Pokud ne, napište, kde si myslíte, že by se mohly používat.)

2. Odhadněte, zda a jak budou reagovat plastové sáčky s vodou a s hlínou (Jakou mají strukturu? Jaké látky jsou rozpustné ve vodě? Co má vliv na rozklad v zemině?). Vše запиšte a zdůvodněte.
3. Z každého sáčku ustříhnete 2 stejně velké kousky tak, aby se vešly do misek a do květináčů. Do jedné misky nalijte jen vodu. Do dalších 3 misek položte po jednom kousku PE, PVA i BIO sáčku, naberte do pipety/kapátka vodu, kapejte na sáčky a pozorujte, co se děje. Vodu přidávejte, dokud nejsou kousky sáčků zcela ponořeny. Pokud sáček plave, ponořte ho tyčinkou/lžičkou. Vodu v miskách zamíchejte tyčinkou/lžičkou. Napište, co jste pozorovali. Misky položte na místo, kde mohou zůstat, dokud se z nich neodpaří voda. Za cca 3-7 dní si je prohlédněte a запиšte, co jste viděli.
4. Do každého květináče/kelímku s vlhkou zeminou/kompostem vložte jeden kousek PE, PVA a BIO sáčku tak, aby byl celý v hlíně. Květináče/kelímky odložte, udržujte hlínu vlhkou. Za cca 2-3 týdny vysypte hlínu, vyndejte kousky sáčků, prohlédněte si je a napište, co jste pozorovali.

Pozorování:

Sáčky vypadají podobně, mohou se lišit barvou. PE sáček se ve vodě, ani v zemině nezměnil. PVA sáček ve vodě zmizel (rozpustil se), ale v zemině zůstal beze změny. Po odpaření vody vytvořilo PVA na dně misky tenkou vrstvu (nezmizelo). BIO sáček se ve vodě nezměnil, ale v hlíně zmizel (rozložil se).

Vysvětlení a využití:

- Vodoodpudivost PE je dána jeho strukturou. PE se skládá pouze z uhlíku a vodíku, je to nepolární látka, proto je stejně jako ostatní uhlovodíky nerozpustný ve vodě. Z PE vyrábíme předměty, které se nesmí rozpouštět ve vodě (plastové sáčky na potraviny, pláštěnky, ...).
- PVA obsahuje kromě uhlíku a vodíku i hydroxidové skupiny –OH, je to polární sloučenina a tudíž rozpustná ve vodě (polárním rozpouštědle) stejně jako etanol. Dlouhé řetězce PVA se rozdělily na kratší, ale molekuly PVA zůstaly ve vodě. PVA používáme v tabletách do myčky či pračky, WC blocích, solích do koupele, na podpěry při 3D tisku, při rybaření, při vyšívání jako podkladovou vrstvu, jako jednorázové pytle na

špinavé prádlo z nemocnic (prádlo se z pytle nevyndává, aby nedošlo ke kontaminaci, zavázaný pytel se vloží přímo do pračky)...

- BIO sáček je vyrobený ze škrobu a biologicky rozložitelných plastů, proto není rozpustný ve vodě, ale v půdě/kompostu ho rozkládají mikroorganismy. BIO sáčky používáme jako sáčky na psí hovínka, pytle na bioodpad, zemědělské fólie, ekologické sáčky a tašky, jednorázové nádobí...

Závěr:

Ačkoliv sáčky vypadají podobně, chovají se ve vodě a v hlíně odlišně. Rozdílná molekulární struktura ovlivňuje jejich rozpustnost ve vodě a rozložitelnost v zemině, tím i jejich používání.

Tipy:

- Při zkoumání sáčků je třeba pracovat se suchýma rukama, protože PVA sáček se začíná rozpouštět již při malém množství vody.
- Pokud se PVA sáček nerozpouští ve vodě, použijte teplejší vodu.
- Pokud se BIO sáček v hlíně nerozloží, podívali jste se příliš brzy (rozklad začíná po 7-9 dnech, viz obrázek částečně rozloženého sáčku) nebo byla nízká teplota nebo mohla být hlína příliš suchá nebo obsahovala malé množství mikroorganismů. Použijte ideálně kompost nebo čerstvou hlínu, ne starou hlínu z květináče.
- Je dobré spojit experimenty s diskuzí o mikroplastech a znečišťováním životního prostředí (PVA se ve vodě rozpouští, zůstává ve vodě ve formě mikroplastu).

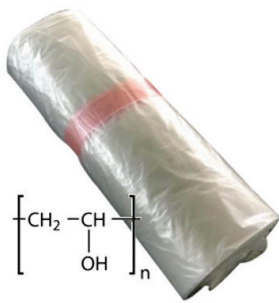
Zdroje:

- [1] Plastíkův kufřík. Pokus č. 1 : Běžné plastové fólie? Dostupné na: <https://www.plastikuvkufrik.cz/pokusy/zcela-bezne-plastove-folie>
- [2] Plastíkův kufřík. Učebnice. Dostupné na: <https://www.plastikuvkufrik.cz/plastik-ucebnice>
- [3] Nový plastový sáček rozpustíte ve vodě, využití v praxi je ale podle chemika pochybné. Dostupné na: <https://plus.rozhlas.cz/novy-plastovy-sacek-rozpustite-ve-vode-vyuziti-v-praxi-je-ale-podle-chemika-7583603>

- [4] Obaly rozpustné ve vodě. Dostupné na: <https://odpady-online.cz/obaly-rozpustne-ve-vode/>
- [5] Rybářské PVA sáčky. Dostupné na: <https://www.chytopust.cz/PVA-sacky/>
- [6] Pytle rozpustné prádlo 160L. Dostupné na: <https://pp-servis.eu/hotelovy-a-bytovy-textil/jednorazove-rozpustne-pytle-na-spinave-pradlo-160l-25-kusu-role/>
- [7] Kompostovatelné sáčky a koše na bio odpad. Dostupné na: <https://www.greenstore.cz/kompostovatelne-sacky-kose-bio-odpad>



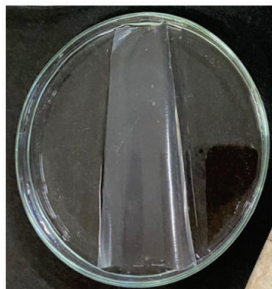
Obr. 1. PE sáčky



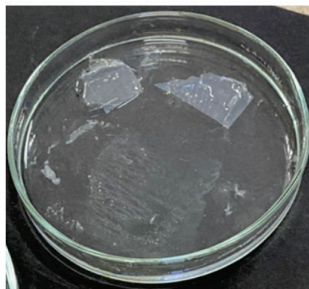
Obr. 2. PVA sáčky



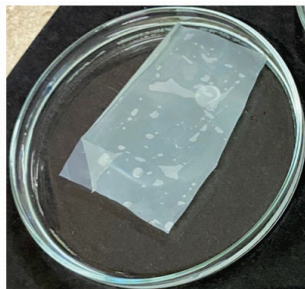
Obr. 3. BIO sáčky



Obr. 4. PE sáček ve vodě



Obr. 5. PVA sáček ve vodě



Obr. 6. BIO sáček ve vodě



Obr. 7. BIO sáček částečně rozložený v hlíně

S MICRO:BITEM ZA MĚŘENÍM A PRÁCI S DATY

Petr Naske a kolektiv

Elixír do škol



Vítejte do světa mikropočítače Micro:bit, který je univerzální pomůckou vhodnou pro učitele fyziky i informatiky. Představený příklad je ilustrací toho, jak s Micro:bitem sbírat data a ukládat si je do počítačového souboru, se kterým pak se žáky můžete dále pracovat v prostředí tabulkového kalkulátoru.

Micro:bit používám aktivně ve výuce informatiky na ZŠ Stehelčevě od páté třídy ZŠ až po devátý ročník. Úžasné na pomůcce je to, že roste s dětmi i učitelem. Z počátku zkoumáte svět vstupů a výstupů programů jen s prvními programy, ale díky vestavěným senzorům a možnostem programovat pomůcku pomocí vyšších programovacích jazyků dáváte dětem prostor zkoumat i další funkce a vylepšení jednoduchých programků, které ve třídě zvládne opravdu každý. Gradujeme s dětmi vždy dvoutměsíční “sprint” s Micro:bity v každém ročníku nějakou inovací, seznámením s novým senzorem, napojením Micro:bita na další příslušenství. V deváté třídě pak děti experimentují s robotickou rukou, sadami na výuku elektroniky. Cílím ve výuce na dostatečný prostor na experimentování s Micro:bitem jako takovým a bádáním nad smysluplnými aplikacemi a výzvami, které děti baví. I s Micro:bitem jdou naprogramovat jednoduché hry, což s dětmi zařazují ve vybraných ročnících na závěr daného bloku hodin. Píšeme s dětmi na Micro:bit i jednoduché procvičování na známky, ukázkou testu pro žáky 7. třídy spolu s dalšími zdroji najdete na stránce <https://bit.ly/DIGIsbornik2024>.

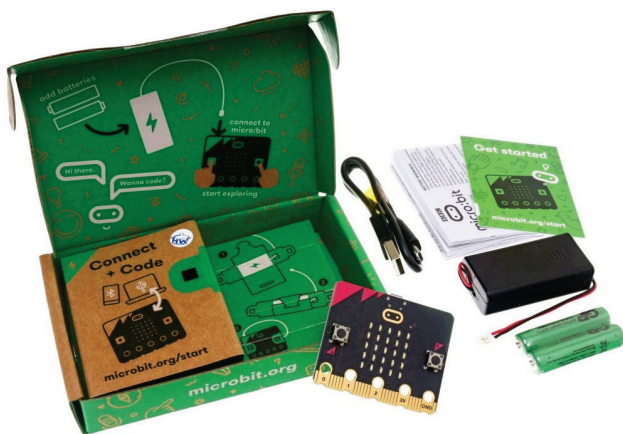
Seznam pomůcek

Pro vyzkoušení příkladu potřebujete Micro:bit a jeho napájení na baterie, pokud samotné měření intenzity světla budete provádět s Micro:bitem

nepřipojeným k počítači. Program, kterým Micro:bita budete ovládat, je zdarma dostupný v prohlížeči internetu na adrese <https://makecode.microbit.org/>

Kde se vzal Micro:bit?

Micro:bit je kapesní programovatelný počítač. V roce 2016 byl tento mini počítač rozdán zdarma všem žákům 7. tříd (11 až 12 let) ve Velké Británii na podporu výuky informatického myšlení a experimentování. Platforma se rychle rozvíjí po celém světě. Micro:bit umí komunikovat s mobilem, tabletem i počítačem. Programovat se dá ve čtyřech různých programovacích jazycích na různých úrovních programování, od jednoduchého objektového programování, microPython, javascript po C++. V České republice se stal Micro:bit oblíbenou pomůckou pro výuku základů programování a experimentování napříč předměty. Je totiž finančně dostupný (základní sada s příslušenstvím do 600 Kč). Prostředí pro programování Micro:bita je ale ZDARMA dostupné a tvořené programy je možné spouštět v simulaci, tudíž není nutné s žáky vždy přenášet kódy a programy do připojené “destičky”.



Obr. 1. Základní sada Micro:bit

Co všechno může Micro:bit měřit

Micro:bit má přímo na sobě několik čidel, která umožňují v reálném čase zaznamenávat danou hodnotu a vyhodnocovat ji.

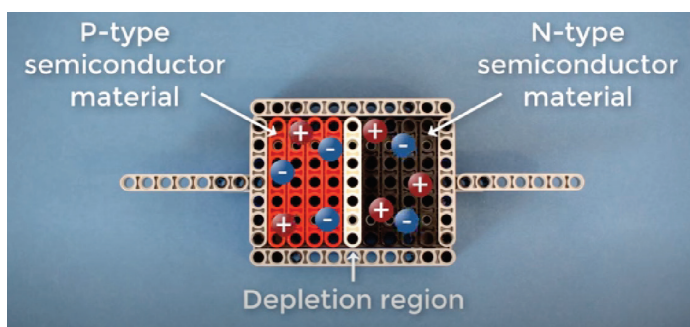
- intenzita světla (přímo na poli LED diod na přední straně)

- intenzita zvuku
- zrychlení ve zvolené ose (x, y, z)
- nasměrování kompasu
- teplota
- magnetická síla

Výhodou Micro:bitu je, že k němu je možné připojit jakékoliv další senzory a sbírat data z těchto senzorů. Celý proces sběru a využití dat si vyzkoušíme při práci se senzorem světla.

Senzor světla

Micro:bit má přímo na displeji 25 LED diod, které mimo jiné slouží jako senzor intenzity světla. S žáky si můžete při bádání o tom, jak čidlo světla funguje, pustit i speciální video z cyklu [Behind the MakeCode Hardware](#), které vysvětluje, jak LED diody na mikropočítači fungují.



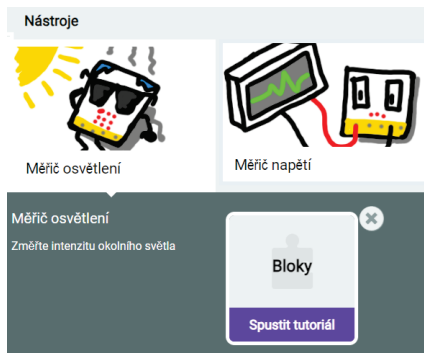
Obr. 2. Schéma fungování senzoru intenzity světla

Citace vysvětlení funkce senzoru (zdroj [1]): „Mikropočítač Micro:bit nemá žádný speciální senzor pro snímání intenzity osvětlení. Jak je tedy možné, že světlo měříme? Micro:bit používá ke snímání intenzity světla LED diody maticového displeje v reverzním zapojení, při němž využíváme náboj na PN průchodu v závěrném směru. Jeho množství je ovlivněno dopadajícím světlem a množství náboje pak lze nepřímo změřit jako čas, potřebný k vybití parazitního kondenzátoru na průchodně. Tato „finta“ se používá již dlouho. LED diodu při tom používáme oběma způsoby – nejprve výstup mikroprocesoru přivede napětí na LED, která se rozsvítí. Potom mikrokontrolér změní směr na vstupní a měří čas, dokud napětí na přechodu

LED diody neklesne pod referenční hodnotu. Tento čas je zhruba úměrný množství světla dopadajícího na PN přechod.”

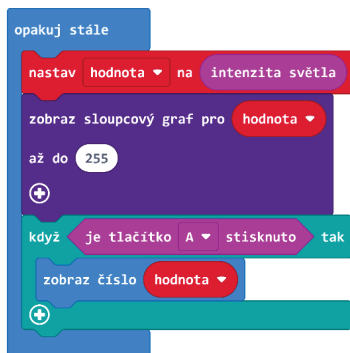
Program pro zjištění intenzity světla

Výhodou práce s Micro:bitem je i pro učitele začátečníka v tom, že si můžete se žáky v základním prostředí MAKECODE pro Micro:bit projít tutoriál k základnímu programu.



Program „Měřič osvětlení“, který je formou tutoriálu připraven v prostředí MAKECODE (kapitola „Nástroje“), je zobrazen na dalším obrázku. Pro učitele začátečníky doporučujeme si tutoriál předem projít a výsledný program si uložit pro případné distribuování žákům. Ti nebudou muset základ programu sestavovat samostatně, bude tak možné zaměřit se na pochopení logiky již hotového programu a následně jeho další modifikace (změny základní bloků a parametrů).

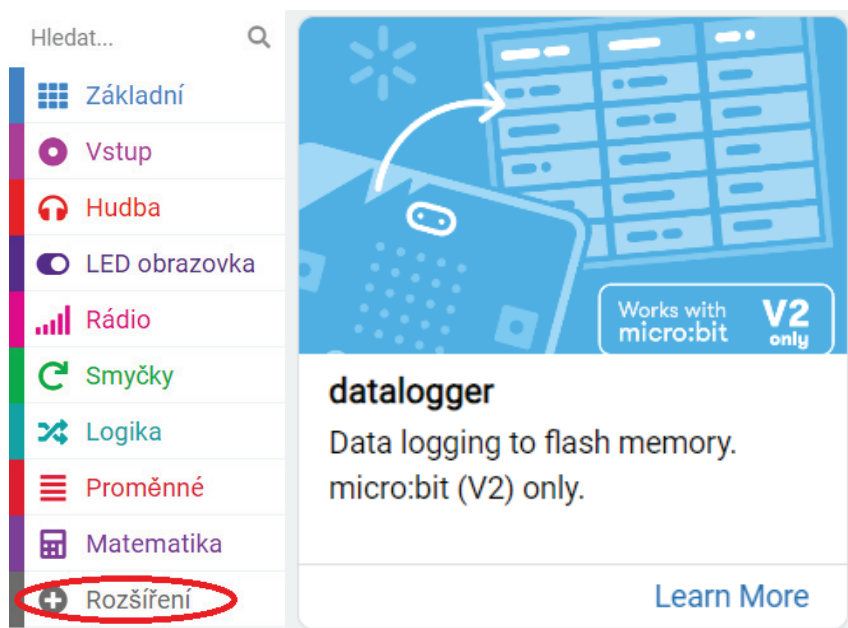
Hotový program k editaci najdete na URL <https://makecode.microbit.org/S95659-07777-08843-20908>



V programu je zajímavé využití funkce sloupcového grafu, který se zobrazuje přímo na poli LED displeje (který zároveň při běhu programu slouží jako k měření vstupních hodnot). Z hlediska výuky informatického myšlení je nutné zmínit, že práce s proměnnou patří již k pokročilejším dovednostem. Na druhou stranu s dětmi můžete rozebrat, jak si počítač může pamatovat různé údaje a že princip proměnných a ukládání údajů do operační paměti je základním principem fungování (mikro)počítačů.

Rozšíření programu, vytvoření tabulky s naměřenými daty

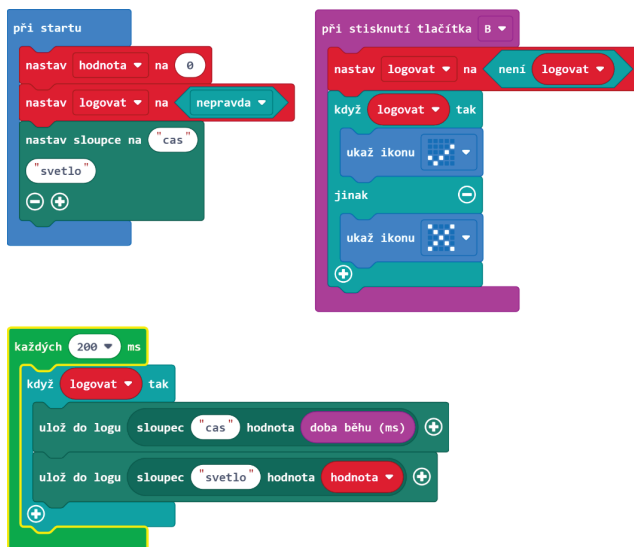
V prostředí Micro:bitu můžete aktivovat rozšíření LOGOVÁNÍ DAT (klikněte ve sloupci skupin příkazů na ROZŠÍŘENÍ a hledejte rozšíření DATALOGGER).



Obsahuje funkci, kterou si můžete data, proměnné a dění v programu zapisovat do strukturovaného přehledu/tabulky.



Náš program najdete online na <https://makecode.microbit.org/S01566-23550-00802-86688>, níže si můžete projít jeho nejdůležitější části. Obsahuje samozřejmě i blok základního programu ze začátku článku.



Soubor, do kterého se vámi zapsaná data zapíší, se uloží přímo v Micro:bitu jako soubor MY_DATA.HTM. V prostředí mikropočítače takovému souboru říkáme LOG. Měříme-li data na Micro:bitu připojeném k počítači, před jejich zobrazením musíme micro:bit odpojit a znovu připojit, jinak se neaktualizují. Soubor MY_DATA.htm můžeme zkopírovat do počítače a dále využívat. Data z našeho programu, zobrazená v prohlížeči webových stránek, mohou vypadat například takto:

 micro:bit

micro:bit data log

Download Copy Update data... Clear log... Visual preview

This is the data on your micro:bit. To analyse it and create your own graphs, transfer it to your computer. You can copy and paste your data, or download it as a CSV file which you can import into a spreadsheet or graphing tool. [Learn more about micro:bit data logging.](#)

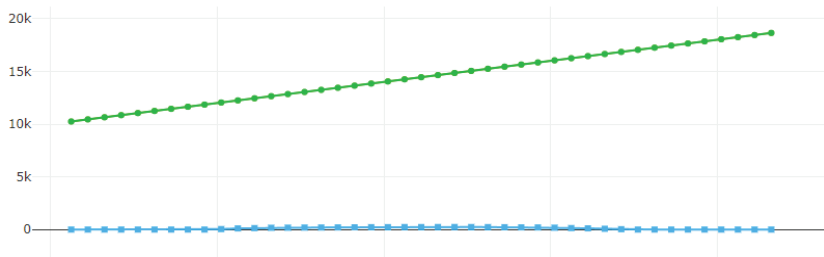
Time (milliseconds)	cas	svetlo
11648	11648	0
11848	11848	0
12048	12048	44
12248	12248	108
12448	12448	136
12648	12648	169
12848	12848	179
13048	13048	190
13248	13248	195
13448	13448	204
13648	13648	216
13848	13848	226

Nejdříve jsme na senzor vůbec nesvítili, pak jsme přiblížili zdroj světla a hodnoty světelné intenzity se zvýšily. Maximum nastavené v systému je 255. V prohlížeči dat si také můžete (položka Visual preview) zobrazit graf průběhu měření.

micro:bit data log

[Download](#)[Copy](#)[Update data...](#)[Clear log...](#)[Close visual preview](#)

This is a visual preview of the data on your micro:bit. To analyse it in more detail or create your own graphs, transfer it to your computer. You can copy and paste your data, or download it as a CSV file which you can import into a spreadsheet or graphing tool. [Learn more about micro:bit data logging.](#)



Na závěr vyzkoušíme stažení dat do počítače. Po kliknutí na **DOWNLOAD** si stáhnete CSV soubor hodnot z měření, jednotlivé hodnoty jsou v souboru oddělené čárkou.

Soubor		Domů		Vlození		Kreslení		Rozložení stránky		Vzorce		Data		Revize		Zobrazení		Nápověda		Řekněte mi, jak									
	Načíst data		Z textu/CSV		Z webu		Z tabulky nebo oblasti		Poslední zdroj		Existující připojení		Aktualizovat vše		Dotazy a připojení		Vlastnosti		Upravit propojení		Seřadit		Filtr		Vymazat		Použít znovu		Text do sloupce d
Načíst a transformovat data										Dotazy a připojení										Seřadit a filtrovat									
A1 Time (milliseconds),cas,svetlo																													
	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K	L																	
1	Time (milliseconds),cas,svetlo																												
2	10248,10248,0																												
3	10448,10448,0																												
4	10648,10648,0																												
5	10848,10848,0																												
6	11048,11048,0																												
7	11248,11248,0																												
8	11448,11448,0																												
9	11648,11648,0																												
10	11848,11848,0																												
11	12048,12048,44																												
12	12248,12248,108																												
13	12448,12448,136																												
14	12648,12648,169																												
15	12848,12848,179																												
16	13048,13048,190																												

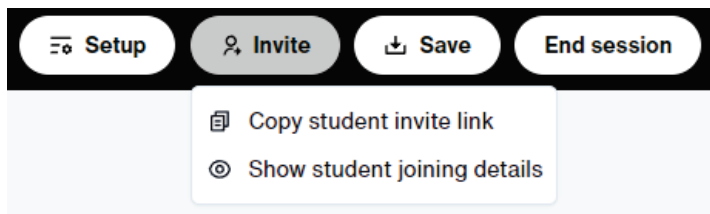
V tabulkovém kalkulátoru si data můžete vyčistit použitím funkce **TEXT DO SLOUPCŮ** a z dat si připravíte tabulku, se kterou můžete dál pracovat. My

jsme v našem příkladu použili vzoreček na odečtení počáteční prodlevy před zahájením měření a pak jsme data transponovali a vložili do nového listu.

A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K	L	M	N	O	P	Q	R	S	T
čas	0	0,2	0,4	0,6	0,8	1	1,2	1,4	1,6	1,8	2	2,2	2,4	2,6	2,8	3	3,2	3,4	3,6
svetlo	0	0	0	0	0	0	0	0	0	44	108	136	169	179	190	195	204	216	226

Ukončení a reflexe s žáky

Výhodou práce s Micro:bitem je možnost pracovat s hotovými tutoriály, každé dítě si jde vlastním tempem. Doporučujeme také využít prostředí “učebny Micro:bit” <https://classroom.microbit.org/>, kde můžete předem připravit část programu, děti necháte přihlásit se do učebny, kde pracují s kopií původního programu. Dětem učebnu zpřístupníte po kliknutí na INVITE a ideálně jim předáte URL své učebny kliknutím na “Copy student invite link”.



Případně Vám prostředí vygeneruje speciální přihlašovací klíče, které děti znají třeba z hraní Minecraftu.

Student joining details

 **Go to URL**

microbit.org/join

 **Classroom name**

 Hot  Yellow  Beach 80

 **Password**

YN - UM - M4 - 12

If you can message your students then [copy a student invite link](#) to share instead.

Nevýhodou Micro:bití učebny je nemožnost nahrát konkrétní váš program a neexistuje zde tedy propojení na Makecode Micro:bit prostředí, musíte si kódy v Micro:bití učebně sami naklikat a uvnitř učebny distribuovat žákům. Velkou výhodou je naopak možnost uložit celou hodinu a práci žáků do jednoho souboru a na další hodině si práce žáků znovu nahrát. Systém umí

také exportovat všechny programy do jednoho DOCX souboru pro možnou reflexi s dětmi.

Micro:bit v Elixíru do škol

Díky pomůckám jako je Micro:bit můžeme v Elixíru do škol nacházet společný jazyk a zájem o experimentování mezi sekci fyzikálních, chemických i digitálních center. Inspiruje nás i to, že projekt Micro:bit vznikl a inicioval ve Velké Británii reformu výuky informatiky a digitálních dovedností. Smyslem výuky není z dětí dělat programátory, ale probouzet v nich zájem o to, jak funguje náš (i digitalizovaný) svět, experimentovat s technikou a vnímat technologie jako pomůcky pro řešení problémů.

Práce s Micro:bitem ve třídách naplňuje cíle RVP v oblasti rozvoje informatického myšlení (celky Práce s daty, Algoritmizace a programování) i v oblasti badatelského přístupu ke sběru dat a pozorování fyzikálních jevů.

Článek byl inspirován webem microbiti.cz, který provozuje Barbora Havířová za podpory Jednoty školských informatiků (JŠI), přispívá na něj i Hanka Šandová, vedoucí DIGIcentra Elixíru do škol v Poličce. JŠI také ve školním roce 2023/2024 navázala spolupráci s Elixírem do škol za podpory GOOGLE grantu z výzvy Computer Science for High Schools.

Micro:bity si můžete ve vybraných centrech Elixíru vyzkoušet, případně si je i na nějakou dobu půjčit do své školy. Děti Micro:bit milují, jedná se o cenově dostupnou pomůcku, která nabízí mnoho rozšíření a modulů, senzorů a napojení na robotické stavebnice.

Autorem článku je garant sítě digitálních center v Elixíru do škol. Jsme rádi, že jste odvážní při experimentování s technologiemi ve výuce a že zájem o smysluplné používání technologií rozvíjíte i u svých žáků.

Kontakt na autora článku a tým vedoucích digitálních center (Petr Naske, petr.naske@elixirdoskol.cz, 774089047).

Pozn. autora: *Děkuji paní Daně Heráňové (ZŠ Buštěhrad) za pomoc s recenzí a dokončením článku, Báře Havířové za cenné inspirace pro výuku s Micro:bity a panu Tomáši Zedníčkovi za jeho spanilé mise s Micro:bitem po ČR a aktivity Nadačního fondu MICROLA.CZ.*

Zdroje k článku najdete online na <https://bit.ly/DIGIsbornik2024>



VODNÍ FONTÁNY

Čestmír Krejčí

RC Břeclav

KVĚTEN



V tomto příspěvku se zaměřím na fascinující svět modelů vodních fontán, které poskytují příklady reálného využití fyzikálních principů, jakými jsou například: zákon zachování energie (Bernoulliho rovnice), zákon zachování hmotnosti (rovnice spojitosti toku), hydrodynamiky, Archimédova zákona či gravitačního působení. Vytvořené modely slouží jako skvělý nástroj pro demonstrace a experimenty v hodinách fyziky. Studenti mohou například zkoumat vztahy mezi tlakem, rychlostí a průtokem vody, nebo analyzovat vliv gravitace a atmosférického tlaku na funkci fontány. V přehledu vyrobených fontán začnu řadou jednoduchých fontán, které na svých stránkách podrobně popisuje Václav Piskač [1].

Parní fontána [2]

Pomůcky: plechovka s uzavíratelným víčkem (např. od barvy), šídlo, šroubovák, pájka, kalafuna, pájecí cín, smirkový papír, tenká mosazná trubička, voda, vaříč, zapalovač.

Postup výroby:

Ve víčku plechovky opatrně propíchneme šídlem otvor, který vhodným křížovým šroubo-vákem rozšíříme do velikosti o maličko menší než je průměr připravené mosazné trubičky. Trubička by do otvoru měla jít velmi těsně zasunout. Povrch trubičky, který bude přiletován z vnitřní a z vnější strany víčka, pečlivě očistíme smirkovým papírem, aby se na něj cín dobře přichytil. Z obou stran víčka nanese před pájením nejprve kalafunu a trochu cínu. Trubičku vsuneme do víčka tak, aby v plechovce dosahovala do úrovně několik milimetrů ode dna. Takto zasunutou trubičku připájíme cínem z obou

stran víčka, aby těsnila. Konec trubičky vyčnívající z víčka zmáčkne kleštěmi a vytvoříme tak trysku.

Postup experimentu:

Do plechovky nalijeme ode dna asi 2 cm vody tak, aby do ní trubička zasahovala a uzavřeme ji víčkem s trubičkou. Vody do plechovky nesmíme nalít příliš mnoho. Čím více bude v uzavřené plechovce vzduchu, tím bude fontána více stříkat. Plechovku položíme na plynový vaříč a začneme ji zahřívat. Za chvíli začne trubicí stříkat do výšky voda. Fontána může stříkat i při použití horkovzdušné pistole (nebo fénu) nasměrované na její boční stěny. Po ukončení experimentování je vhodné vodu z plechovky vylít a plechovku vysušit, aby nedocházelo k její případné korozi.

Vysvětlení:

Uvnitř plechovky dochází k ohřívání vzduchu a vzniku vodní páry. Vzduch a vodní pára zvětšují svůj objem a vzniklý přetlak vytlačuje vodu tryskou ven.



Obr. 1. Parní fontána a její sestavení.

Gravitační fontána – vodotrysk [3]

Pomůcky: plastová láhev s víčkem, minimálně 1 m dlouhá plastová hadička, zúžený konec propisky, tavná pistole, nůž, vrták.

Postup výroby:

K výrobě doporučuji použít dostatečně pevnou plastovou láhev, kterou zhruba v polovině seřízneme. Do víčka vyvrtáme otvor pro konec hadičky, kterou po vsunutí do otvoru zalepíme tavnou pistolí. Na druhý konec hadičky upevníme jako trysku například zúžený konec vhodné propisky. Konec hadičky s tryskou uchopíme tak, aby její konec byl nad seříznutým koncem

plastové láhve, a do láhve nalijeme vhodné množství vody. Pokud trysku posuneme pod úroveň hladiny vody v láhvi, začne z ní voda tryskat směrem vzhůru.

Vysvětlení:

Seříznutá láhev s hadičkou představují spojené nádoby, kde voda v obou ramenech dosahuje stejné výšky. Vytvoříme-li však například posunutím hadičky s tryskou směrem dolů rozdíl výšek hladin, vzniklý hydrostatický tlak vody spolu s atmosférickým tlakem je příčinou toho, že voda je svou vlastní tíhou vytlačována z láhve ven a tryská tenkou tryskou zhruba do stejné výšky, jaká je v zásobníku vody. Jak voda postupně odtéká, zmenšuje se hydrostatický tlak vody a voda tryská postupně do menší výšky. Při experimentování doporučuji pracovat s dostatečně dlouhou plastovou hadičkou.



Obr. 2. Gravitační fontána.

Podtlaková fontána [4]

Pomůcky: co největší skleněná zavařovací sklenice se šroubovacím plechovým víčkem, stará propiska, plastové hadičky o průměru 7 mm (30 cm, 100 cm), dvě elektrická průchodky, šroubovák s tenkým ostrým koncem, druhá nádoba (např. menší zavařovací sklenice) s obarvenou vodou, kbelík.

Postup výroby:

Konstrukce této fontány závisí na její těsnosti, proto je při její výrobě vhodnější použít místo izolace tavnou pistolí raději elektrická průchodky.

Do šroubovatelného plechového víčka velké zavařovací sklenice, vysekáme malým ostrým šroubovákem dva kruhové otvory pro vsunutí průchodek.

Na jednu z průchodek upevníme jako trysku koncovou úzkou část propisky. Tato tryska bude upevněna do jednoho otvoru ve víčku tak, aby směřovala dovnitř sklenice. Z druhého konce této průchodky povede krátká hadička (asi 30 cm dlouhá) ven ze sklenice.

Druhá z průchodek bude seříznutá na co nejmenší možnou výšku a seříznutou částí bude našroubována do druhého otvoru plechového víčka směrem dovnitř sklenice. Z druhého konce této průchodky bude směřovat směrem ven ze sklenice asi 1 m dlouhá hadička.

Do zavařovací sklenice nalijeme asi 0,2 litru vody a zašroubujeme ji připraveným víčkem s průchodkami. Do druhé (pomocné) nádoby si připravíme vodu obarvenou potravinářským barvivem.

Postup experimentu:

Zašroubovanou sklenici obrátíme dnem vzhůru a kratší hadičku přitom ponoříme do nádoby s obarvenou vodou. Voda ze sklenice začne vytékat dlouhou hadičkou ven a uvnitř sklenice spatříme tryskat fontánu z obarvené vody.

Vysvětlení:

Vytékáním vody ze sklenice hadičkou do připraveného kbelíku vzniká ve sklenici podtlak. Z pomocné nádoby je nasávána krátkou hadičkou obarvená voda dovnitř velké zavařovací sklenice, kde z trysky tryská fontána. Její výška závisí na délce použitých hadiček – rozdílu výšek hladin nasávané obarvené vody a hladiny vody vytékající hadičkou do kbelíku.



Obr. 3. Podtlaková fontána – její sestavení a použití.

Bublající fontána

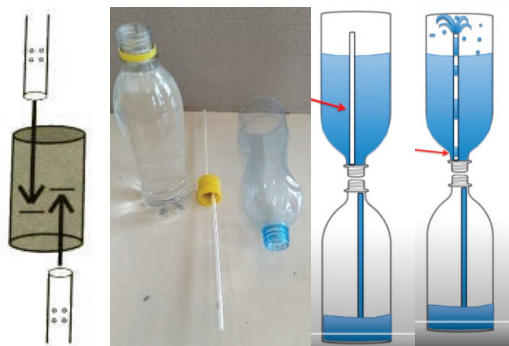
Pomůcky: 2 stejné plastové láhve s víčky, 2 plastová brčka, lepidlo, vrtáček, jehla.

Postup výroby:

Na rozpálené teflonové pánvičce svaříme 2 stejná plastová víčka k sobě. Do takto spojených víček vyvrtáme 2 otvory pro plastová brčka. Plastová brčka asi 3 cm ode dna propíchneme 4krát skrz naskrz jehlou a vytvoříme v každém z nich 8 otvorů (obr. 4). Plastová brčka nasuneme do víček, kde je zaizolujeme lepidlem. Do jedné z láhví nalijeme obarvenou vodu a obě láhve sešroubujeme víčky dohromady.

Postup experimentu:

Po otočení láhve voda proudí brčkem z horní nádoby do spodní. Přitom dochází ke snižování tlaku vzduchu v horní nádobě a zvyšuje se tlak v dolní nádobě. Vzduch pak proudí ze spodní nádoby do horní nádoby druhým brčkem, aby se tlak vzduchu vyrovnával. Vytvořené malé otvory v brčkách umožní vodě, aby do nich proudila. Vzduch vynáší vodu brčkem vzhůru a výsledkem je bublající fontána, kterou pozorujeme v horní láhvi.

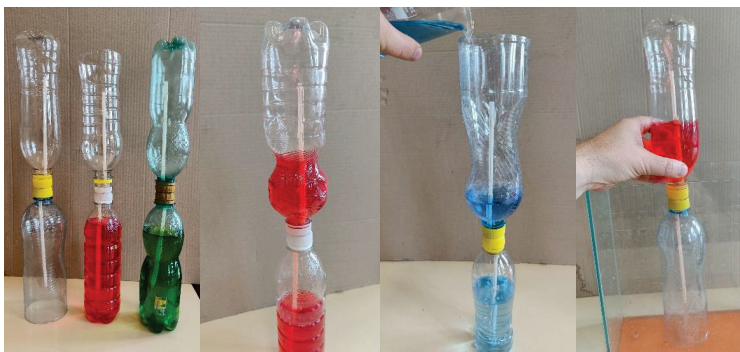


Obr. 4. Bublající fontána – čtveřice otvorů v každém brčku, příprava otvorů ve víčku na zasunutí brček, umístění brček, bublající fontána.

Otázky pro žáky k dalšímu experimentování:

- Odkud si myslíte, že pocházejí vzduchové bubliny, které pozorujeme, jak proudí brčkem směrem dolů?

- b) Horní láhev vyměníme za otevřenou láhev (odřízneme dno plastové láhve) a nalijeme do ní vodu. Bude takto upravená fontána fungovat?
- c) Bude fontána fungovat, když tentokrát odpojíme spodní láhev a necháme vytékat kapalinu do vhodné připravené nádoby?



Obr. 5. Bublající fontány a různé možnosti experimentování s nimi.

Přeměna vody na víno [5]

Pomůcky: 2 zavařovací sklenice s víčky, vrtáček, lepidlo, hadičky, nálevka, barvivo, krabice, kádinka s vodou, prázdná kádinka.

Postup výroby:

Do každého šroubovacího víčka sklenice vyvrtáme 2 otvory pro hadičky. Přitom do víčka první sklenice připravíme hadičku pro nálevku. Z víčka první sklenice propojíme hadičku do druhé sklenice. Z víčka druhé sklenice povede hadička pro odtok obarvené vody. Do druhé sklenice nachystáme obarvenou vodu (víno) a celou soustavu sklenic umístíme do vhodné krabice, aby nebylo možné sledovat, co je uvnitř.

Postup experimentování:

Do první nádoby naléváme nálevkou čistou vodu a přitom z krabice vytéká hadičkou barevná kapalina do připravené nádoby. Po diskusi se žáky o tom, jak je to vše v krabici napojeno, otočíme krabici z druhé strany.



Obr. 6. Přeměna vody na víno – ukázka experimentu a zadní strany krabice.

Vysvětlení:

Naléváním čisté vody do první nádoby zvyšujeme tlak vzduchu v této nádobě. Sloupec vody v nálevce vyvolává v propojeném systému hydrostatický tlak. Pomocí propojené hadičky s druhou nádobou působí podle Pascalova zákona tlaková síla vzduchu na povrch kapaliny v uzavřené nádobě. V kapalině tak vzniká stejný tlak, který způsobí vytečení barevné kapaliny do připravené nádoby vně krabice.

Heronova fontána

Toto hydraulické zařízení vynalezl Hérón Alexandrijský (1. st. n. l.). Hérón vynalézal i automatické stroje: olejovou lampu, do které se automaticky doléval olej, automatické divadlo, samootevírající se dveře chrámu, automat na svatou vodu či samostříl. Automaty měly často za cíl pobavit diváky nebo upevnit víru v náboženské zázraky.

Na stránkách Václava Piskače [1] jsou uvedena další zařízení pojmenovaná podle Heróna – Heronova baňka a Heronova stříčka, která běžně používají chemikové.

Heronova fontána se skládá ze tří propojených nádob, jedné otevřené a dvou uzavřených. Do horní otevřené nádoby (1) nalijeme vodu, která steče do spodní uzavřené nádoby (3), ve které byl na začátku jen vzduch. Ten je vodou vytlačován do prostřední nádoby (2), která byla na začátku plná vody. Voda z prostřední nádoby je vytlačována nad horní nádobu, kde pozorujeme tryskající fontánu.

V Heronově fontáně je využíván Pascalův zákon a hydrostatický tlak [6].

Vodní sloupec mezi horní a spodní nádobou vytvoří hydrostatický tlak:

$\rho_{\text{voda}} g (h_{\text{voda}} + h_{\text{vzduch}})$ a společně s atmosférickým tlakem p_a začne díky Pascalovu zákonu působit tlakem p_{13} ve spodní nádobě hladina vody na vzduch. Sloupec vzduchu mezi spodní a střední nádobou a vodní sloupec mezi střední a horní nádobou vytvoří tlak:

$\rho_{\text{voda}} h_{\text{voda}} g + \rho_{\text{vzduch}} h_{\text{vzduch}} g$, který ve spodní nádobě s pomocí p_a tlačí vzduch na hladinu vody (p_{321}).

Fontánu vytvoří rozdíl tlaků Δp mezi tlaky p_{13} a p_{321} :

$$p_{13} = p_a + \rho_{\text{voda}} g (h_{\text{voda}} + h_{\text{vzduch}})$$

$$p_{321} = p_a + \rho_{\text{voda}} h_{\text{voda}} g + \rho_{\text{vzduch}} h_{\text{vzduch}} g$$

$$\Delta p = p_{13} - p_{321} = (\rho_{\text{voda}} - \rho_{\text{vzduch}}) g h_{\text{vzduch}}$$

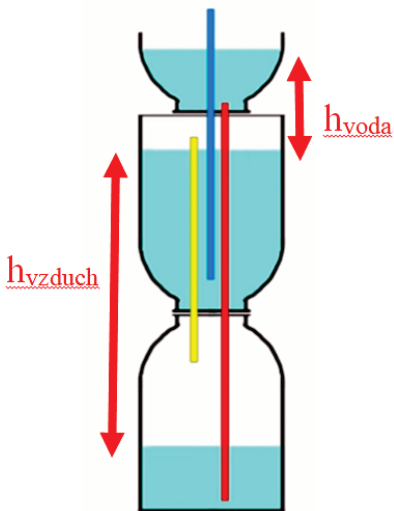
Rozdíl tlaků závisí pouze na rozdílu výšek hladin mezi střední a spodní nádobou (h_{vzduch}). Čím je tento rozdíl větší, tím větší je výtrysk fontány. Celý proces končí, když je přečerpána všechna voda ze střední nádoby nebo všechen vzduch ze spodní nádoby. Nejedná se tedy o

perpetuum mobile, kde by voda neustále proudila a fontána přitom stále stříkala.

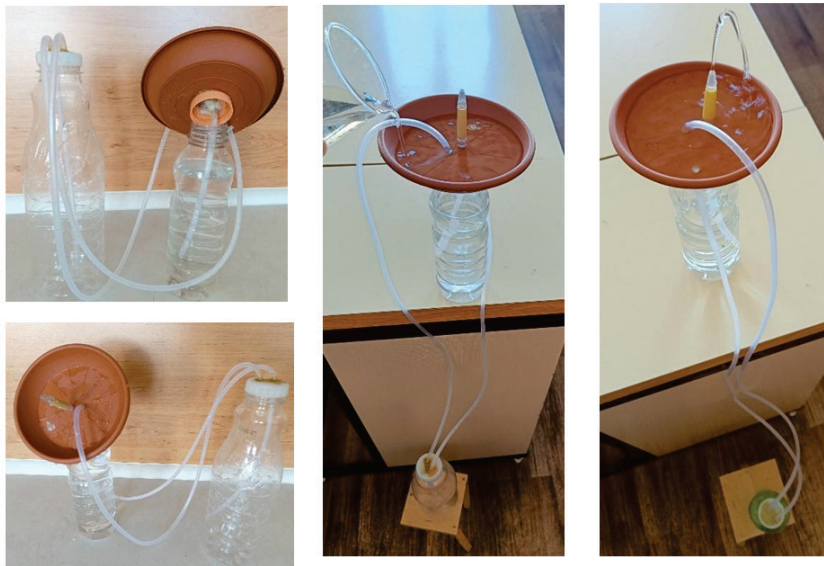
Pomůcky: miska pod květináč (průměr 14 cm a více), 2 malé plastové láhve s širokými víčky, silikonové hadičky o délkách: 20 cm, 120 cm a 120 cm, vrtačka, lepidlo, koncovka z propisky, kádinka s vodou.

Postup výroby:

Do každého z širokých plastových víček vyvrtáme 2 otvory pro hadičky. Jedno z víček položíme ze spodní strany misky a vyvrtáme přes jeho otvory i otvory do misky. Na kraji misky pak vyvrtáme i třetí otvor – odtokový. Hadičku o délce 20 cm provlékneme ze spodní strany víčka do misky, na její vyčnívající konec nasadíme jako trysku koncovku propisky. Konec 120 cm hadičky protáhneme druhým ze středových otvorů v misce do druhého otvoru ve víčku. Plastové víčko s hadičkami spojíme lepidlem s miskou a necháme den zaschnout. Druhým víčkem protáhneme 120 cm hadičku tak, aby dosahovala dna použité nádoby. Druhý konec této hadičky bude zasunut a zalepen



zespodu do dna květináčové misky – fungovat bude jako odtok vody. Tímto víčkem vedeme dalším otvorem druhou 120 cm hadičku, která vede z horní části květináčové misky (propojena s horní nádobou) a končí pouze kousek pod víčkem spodní láhve. Hadičky ve víčku dolní láhve dokonale utěsníme lepidlem.



Obr. 8. Heronova fontána sestavená z plastových láhví a misky pod květináč.

Postup spouštění fontány:

Do horní nádoby, položené na stole, nalijeme vodu a uzavřeme obě víčka. Dolní prázdnou láhev umístíme na podlahu nebo na vhodnou podložku. Do misky na horní nádobě nalijeme vodu a z trysky v misce začne stříkat voda vzhůru.

Heronovu fontánu můžeme vyrobit i z propojených plastových lahví a plastových brček (Obr. 7), vytisknout ji na 3D tiskárně nebo vyrobit si jako systém brčky propojených plastových lahví s otáčejícím se vodním kolem.



Obr. 9. Další druhy Heronovy fontány.

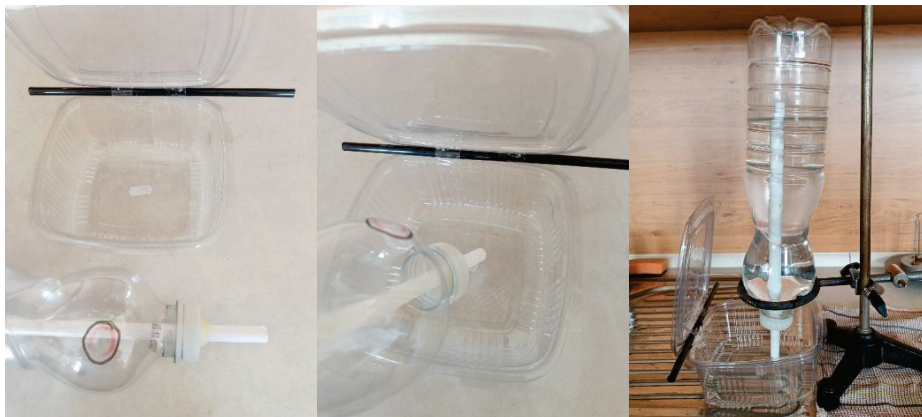
Šturmova fontána [7]

Tato fontána je známá už od 17. století, jejím tvůrcem je německý matematik a astronom Johann Christoph Sturm (1635–1703). Fontána pracuje cyklicky, je to takzvaná přerušovaná fontána.

Pomůcky: plastová láhev (cca 1,5 l) se širokým víčkem, širší plastové brčko, tavná pistole, stativový materiál, plastová nádoba s odklápěcím víčkem, jehla, vrták.

Postup výroby:

Do širokého plastového víčka vyvrtáme otvor a upevníme do něj široké plastové brčko, aby zasahovalo po co nejdelší své délce, do láhve. V láhvi vytvoříme jehlou ve vzdálenosti asi 8 cm od víčka v boční stěně jehlou malý výtokový otvor. V plastové nádobě na vytékající vodu vytvoříme v jejím dně jehlou podobně velký výtokový otvor a tuto odtokovou nádobu položíme na odkapávací rýhovanou plochu kuchyňského dřezu nebo jinou vhodnou odtokovou podložku. Plastová odtoková nádoba má zvednuté odklápěcí víčko, aby vytékající voda z fontány do něj stříkala a odtékala po něm dolů do nádoby. Láhev naplníme vodou, otočíme dnem vzhůru a rychle upevníme do stojanu do správné výšky, aby vystupující brčko z láhve bylo ponořeno svým koncem do připravené vody v odtokové nádobě.



Obr. 10. Výroba a sestavení Sturmovy fontány.

Vysvětlení:

Pro správnou funkci Sturmovy fontány je klíčové široké plastové brčko, jehož dolní konec je nad dnem odtokové nádoby a horní konec nad hladinou vody v uzavřené láhvi. Plastové brčko je při dobrém utěsnění jediným přívodem vzduchu do láhve. Otvorem v plášti láhve vystřikuje kolmo ke stěně láhve voda do odtokové nádoby, která má ve svém dně otvor, voda v láhvi přitom nedosahuje výšky plastového brčka v láhvi. Pokud hladina vody v odtokové nádobě dosáhne konce plastového brčka, dojde k utlumení výstřiku vody z láhve v důsledku vzniku podtlaku vzduchu v lahvi a vyrovnání atmosférického tlaku vně se součtem tlaku vzduchu v lahvi a hydrostatického tlaku vodního sloupce.

Při vhodně zvolené velikosti otvorů v láhvi a v odtokové nádobě bude hladina vody v odtokové nádobě stoupat a po chvíli dojde k zaplavení dolního konce plastového brčka. V té chvíli však začne vznikat v láhvi podtlak a výstřik fontány se po chvíli zastaví. Následně však klesne hladina vody v odtokové nádobě natolik, že se uvolní dolní konec brčka, do láhve se nasaje vzduch a výtok se obnoví. Proces se cyklicky opakuje tak dlouho, dokud se daří zaplavovat dolní konec brčka.

Periodu cyklu a dobu tryskání fontány ovlivňuje velikost otvoru v láhvi ve vztahu k otvoru v odtokové nádobě (velké otvory by měly odpovídat malé periodě). Bez otvoru v odtokové nádobě, by fontána přestala po chvíli fungovat. Po vyrobení fontány lze testovat vliv velikosti otvorů na periodu

cyklu a rovněž to, jakou část cyklu voda teče. Velký otvor v láhvi a malý otvor v nádobě povedou k tomu, že voda bude stříkat pouze krátkou dobu a poté se bude dlouho čekat na to, než se uvolní dolní konec brčka a výtok se obnoví.

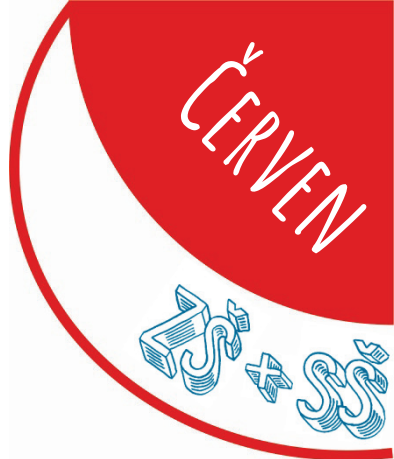
Odkazy:

- [1] Piskač, V.: Mechanika tekutin. Dostupné z: <https://fyzikalnisuplik.websnadno.cz/Mechanika-tekutin.html>
- [2] Piskač, V.: Mechanika tekutin. Dostupné z: https://fyzikalnisuplik.websnadno.cz/navody/parni_fontana.pdf
- [3] Piskač, V.: Mechanika tekutin. Dostupné z: https://fyzikalnisuplik.websnadno.cz/pretazene/dve_fontany.pdf
- [4] Piskač, V.: Mechanika tekutin. Dostupné z: https://fyzikalnisuplik.websnadno.cz/navody/heronova_banky.pdf
- [5] Krejčí, Č., Pejčochová V.: Víno a vše kolem něj. Dostupné z: <https://kdf.mff.cuni.cz/heureka/ke-stazeni/sborniky-dilen-heureky/#sbornik2019>
- [6] Havel, J.: Heronova fontána. Dostupné z: <http://fyzsem.fjfi.cvut.cz/2019-2020/Zima19/proc/heron.pdf>
- [7] Kohout, J.: Sturmova fontána. Dostupné z: https://home.pf.jcu.cz/~vnufcb/CD/pdf/VNUF23_18.pdf

ŽELATINOVÁ OPTIKA

Věra Krajčová

RC Smíchov, Praha 5



Pokud váš fyzikální kabinet „trpí“ nedostatkem optických čoček pro laboratorní práce a zároveň nedostatkem financí, můžete vyzkoušet vtipnou a případně i chutnou náhradu (pokud budete pracovat v čistotě) – čočky, které si žáci sami vyřežou z želatiny.

Výroba čoček a optického vlákna z potravinářské želatiny

V hodinách geometrické optiky můžeme narazit na nedostatek vybavení pro laboratorní práce žáků. Buď chybí celé optické sady, nebo sem tam nějaká čočka. Koupit jednu sadu nemusí být pro školu problémem, nicméně potřebných 6-8 sad už nemusí vyvolat u vedení školy kladnou reakci. V tomto případě se dejme do vaření.

V prodejnách potravin můžeme koupit čirou želatinu v prášku od několika výrobců, a to vepřovou (např. Tesco, Natura) nebo rostlinnou (např. Dr. Oetker). Mně se osvědčila želatina od Dr. Oetker Dort – želé, která byla nejvíce pružná a stabilní.

Z želatiny je možné vyřezat spojné i rozptylné čočky různých tvarů, ale i model optického vlákna. Můžeme s ní zkoumat odraz a lom i úplný odraz světla.

Příprava želatiny (den předem)

- želatina v prášku (např. Dr. Oetker), voda
- hrnec, hlubší plech, vařič

Želatinu uvaříme podle návodu s tím, že pokud je prášek na 500 ml vody, dáme vody jen 400 ml. Tekutinu nalijeme na plech tak, abychom získali vrstvu

silnou 3-4 cm a necháme ji zchladnout (do lednice). V chladu by měla být i před použitím, aby teplem nezměkla.

Pokud budete pracovat s želatinou Dr. Oetker Dort – želé, budete potřebovat na jeden vysoký plech 2 litry vody a 10 sáčků želatiny. To vystačí pro práci 4-6 skupin žáků.



Obr. 1. Příprava želatiny

Nápady pro práci žáků s želatinou

Pomůcky: želatina, podložka, úhloměr, kruh z papíru o poloměru 10 cm, lámací nožík, laser (trípaprskový nebo stačí i laserové ukazovátko – přívěšek)

Úkoly:

1. Vyřežte z želatiny čočky (spojky i rozptylky) různých tvarů a pozorujte, jak odráží a lámou paprsky světla.
2. Zkuste vyřezat model optického vlákna a pozorujte úplné odrazy uvnitř želatiny (obr. 2a)).
3. Na základě úplného odrazu, resp. změření mezního úhlu dopadu, vypočítejte index lomu želatiny (obr. 2b) a 2c)).

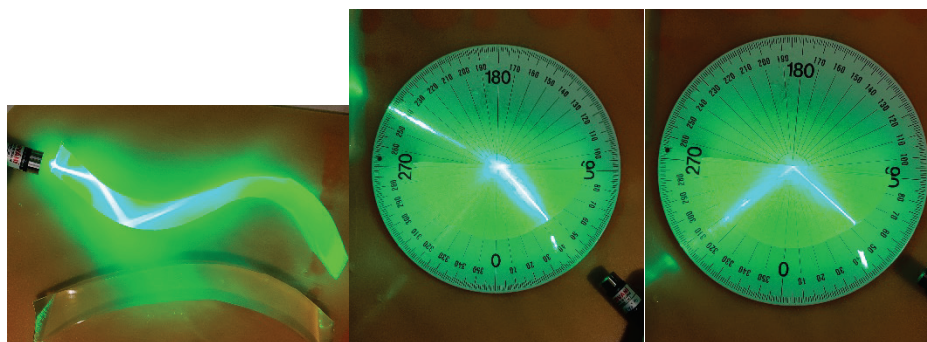
Jak na to: Úplný odraz může nastat pouze při průchodu světla z opticky hustšího prostředí do opticky řidšího prostředí. Index lomu želatiny vypočítáme ze Snellova zákona pro přechod z želatiny (n_1) do vzduchu ($n_2 = 1$), přičemž za úhel dopadu dosadíme naměřený mezní úhel dopadu (úhel lomu je v tomto případě 90°):

$$\frac{\sin \alpha}{\sin \beta} = \frac{n_2}{n_1}$$

$$\frac{\sin \alpha_m}{1} = \frac{1}{n_1}$$

$$n_1 = \frac{1}{\sin \alpha_m}$$

Při měření mezního úhlu dopadu je vhodné položit želatinu přímo na úhloměr, odečítání úhlu tak bude jednodušší. Vzhledem k tomu, že želatina je z velké části tvořená vodou, můžete očekávat index lomu o něco málo vyšší než 1,33, což je index lomu vody. Při našem měření jsme získali hodnotu přibližně 1,5.



Obr. 2. Model optického vlákna (vlevo), lom a odraz na želatině (uprostřed), úplný odraz v želatině (vpravo)

4. Pomocí papírového kruhu vyřežte spojnou čočku s poloměry křivosti 10 cm (obr. 3a) a 3b)). Poté měřením zjistěte optickou mohutnost dané čočky. Správnost měření ověřte výpočtem.

Jak na to: Pro měření optické mohutnosti, resp. ohniskové vzdálenosti čočky, je vhodné mít 3paprskový laser. Všechny 3 paprsky laseru se totiž za spojnou čočkou spojí v jednom bodě – ohnisku čočky. Vzdálenost od středu čočky k ohnisku je právě hledaná ohnisková vzdálenost. Vystačíme si ale i s levným laserovým ukazovátkem. V tomto případě je vhodné položit čočku z želatiny na papír a tužkou si nakreslit lomené paprsky, které získáme posvícením na čočku ze tří různých pozic. Tam, kde se čáry protnou, leží ohnisko čočky.

Optickou mohutnost čočky v dioptriích vypočítáme jako převrácenou hodnotu ohniskové vzdálenosti v metrech: $\varphi = \frac{1}{f}$

Pro teoretické ověření vyjdeme ze vztahu pro výpočet ohniskové vzdálenosti:

$$\frac{1}{f} = \left(\frac{n_2}{n_1} - 1\right) \left(\frac{1}{r_1} + \frac{1}{r_2}\right)$$

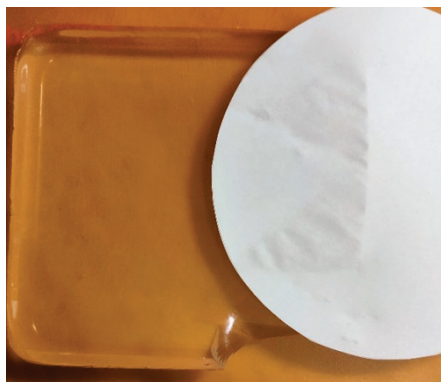
kde n_1 značí index lomu okolí čočky (v tomto případě vzduchu; $n_1 = 1$), n_2 index lomu želatiny (tuto hodnotu zjistíme např. pomocí úplného odrazu viz úloha č. 3). Pokud máme čočku zakřivenou z obou stran stejně ($r = 10 \text{ cm} = 0,1 \text{ m}$), vztah se nám zjednoduší:

$$\frac{1}{f} = (n_2 - 1) \frac{2}{0,1}$$

$$\frac{1}{f} = (n_2 - 1) \cdot 20$$

$$\varphi = \frac{1}{f}$$

Pokud nám v předchozí úloze vyjde index lomu želatiny 1,5, pak má symetrická čočka o poloměru křivosti 10 cm optickou mohutnost 10 dioptrií.



Obr. 3. Výroba želatinové spojky (vlevo), želatinová spojka (vpravo)

Vodní perly – zábavné gelové kuličky v optice

Číré vodní perly z hydrogelu můžeme koupit v květinářství nebo obchodu Stoklasa. Tento materiál je velmi podobný želatině, ale není určen k jídlu. Samotné kuličky mají v suchém stavu průměr okolo 1 mm, po nasátí vodou až několik centimetrů (obr. 4a). Díky tomu jsou relativně pevné, ale zároveň

pružné a mají index lomu velmi blízký indexu lomu vody. I když jsou primárně určeny pro esteticky zajímavé vlhčení rostlin, do hodin optiky (nejen) jsou vděčným materiálem.

Příprava vodních perel (den předem)

- číré perly v sáčku, voda (pro jeden sáček cca 0,5 litru)
- průhledná nádoba

Perly je potřeba naložit do vody aspoň jeden den před experimentováním. Pokud je nenecháme vsakovat vodu dostatečně dlouho, nebude jejich povrch hladký a budou ve vodě více viditelné (což nechceme).

Nápady pro experimenty s vodními perlami

Pomůcky: vodní perly, voda, průhledná nádoba, předmět ke zviditelnění, obrázek, laserové ukazovátko

Úkoly:

1. Co je ve váze? Někdo by řekl, že voda, která čeká na kytku, ale je to opravdu tak? (obr. 4b))

Jak na to: Vodní perly jsou přibližně z 95 % tvořeny vodou. Pokud perly zalijeme vodou, vyplníme vzduchové mezery mezi nimi. Díky prakticky stejnému indexu lomu obou prostředí – vody i vodních perel – se světlo ve váze nebude lámat a perly nám opticky splynou s vodou.



Obr. 4. Hydrogelové perly (vlevo), Opravdu váza jen s vodou? (vpravo)

Úlohu 1. můžeme rozšířit o předmět, který vložíme mezi vodní perly tak, aby žáci předmět před umístěním neviděli (obr. 5a)). Pokud poté zalijeme perly vodou a ukáže se nám „levitující“ předmět (trpaslík, obr 5b)).



Obr. 5. Copak se tam ukrývá? (vlevo), Levitující trpaslík (vpravo)

2. Vodní perla má vlastnosti spojné čočky. Přesvědčit se o tom můžeme tak, že se přes perlu podíváme na vzdálený předmět (např. z okna na náměstí, obr. 6a)). Perla nám ukáže obraz, který je převrácený a zmenšený. Pokud se ale podíváme na něco malého velmi zblízka (např. na lodičku na obrázku, obr. 6b)) dostaneme její obraz zvětšený a přímý, tedy perlu můžeme použít jako lupu.
3. Stejně jako z želatiny je možné z perel vytvořit model optického vlákna a pozorovat na něm a v něm odrazy a lomy světla (obr. 6c).



Obr. 6. Vodní perla při pohledu na náměstí (vlevo), Využití vodní perly jako lupy (uprostřed), Model optického vlákna (vpravo)

Závěr

Vysvětlení lomu a úplného odrazu světla jen teoreticky, bez měření s žáky, nemusí být řádně pochopeno. Už jen samotný pojem indexu lomu světla bez experimentů může být pro žáky jen dalším bezobsažným pojmem. Proto využití jedlé želatiny a vodních perel ve výuce může být velmi užitečné. A pro žáky i učitele navíc zábavné.

Literatura a důležité odkazy

[1] Jerneja Pavlin: Experiments with hydrogels, Dílny Heureka 2018

[2] Dodavatel vodních perel: www.stoklasa.cz

SOPKY

Simona Pavlisová

Chemický Elixír Jirkov



Povrch Země se stále mění pomocí vnitřních geologických dějů. Jedním z těchto vnitřních geologických dějů jsou sopky neboli vulkány. Sopkou označujeme místo na zemském povrchu, kde vystupují na povrch láva a sopečné plyny.

Sopky jsou tématem v přírodopisu 9. ročníku, avšak téma je možné využít i ve fyzice či v chemii. Uvedenou aktivitu jsem zařadila do hodin přírodopisu a celkem jsem na vše vyhradila 6 vyučovacích hodin. Z toho byla jedna hodina práce s textem, 2. hodina opakování a tvorba modelu sopky, informace k prezentaci. Třetí hodina patřila přípravě prezentace na PC v PowerPointu. Prezentace prací žáků i s hodnocením zabrala dvě vyučovací hodiny a celou kapitolu sopky jsme šestou vyučovací hodinu zakončili pokusy. Pracovala jsem s celou třídou (v 9. ročnících máme po 27 dětí) a na pokusy jsem je rozdělila na sedm skupin.

Mým cílem bylo, aby se žákům propojil reálný svět sopek s teorií, a také jsem chtěla využít jejich dovednosti, které získali během dvou let chemie. Pokusy také hezky demonstrují různé typy sopek a jejich charakteristické rysy.

První částí aktivity byla práce s texty Sopečná činnost a sopky a Sopečná činnost a sopky v České republice na internetu (<http://www.gweb.cz/clanky/clanek-60/>; <http://www.gweb.cz/clanky/clanek-61/>). Úkoly pro práci s textem jsou v Příloze 1. Základním úkolem při práci s textem bylo, aby žáci získali základní informace, co je sopka, co je magma, jaká je stavba sopky, typy sopek, sopky ve světě a také sopky v ČR. Kromě uvedených webových stránek měli žáci možnost pracovat s mapou, případně dalšími internetovými zdroji.

Následně jsme tvořili „model“ sopky pomocí papírové skládky Nebe peklo ráj (viz Příloha 2 – návod a ukázky vyrobených skládaček). V další části měli

žáci za úkol vytvořit prezentaci na téma světové sopky. Museli přitom dodržet pravidla, že prezentace obsahuje maximálně 5 slidů, je v ní málo textu, hodně obrázků, citace zdrojů. Při prezentaci žák komentoval, vykládal, popisoval svou práci. Ostatní žáci každou prezentaci hodnotili podle předem stanovených kritérií (ukázky prací žáků a hodnotící tabulka jsou v Příloze 3).

Pro žáky nejzajímavější částí bylo vytvořit modely různých typů sopek pomocí chemických pokusů. Žáci pracovali ve skupinách zhruba po čtyřech (bylo sedm skupin). Každá skupina si vylosovala jeden druh pokusu a vyzvedla si nosítka s potřebným materiálem. Skupina se domluvila, jak bude pracovat, připravila si pokus. Potom žáci chodili po třídě od skupiny ke skupině a ta vždy předvedla svůj pokus se sopkou. Cílem bylo demonstrovat, že sopky jsou různě aktivní, jinou rychlostí vytéká láva, sopečná činnost může probíhat i pod vodou. Popis experimentů a potřebné pomůcky jsou v Příloze 4.

Na úplný závěr měli žáci vyplnit Pětílístek. Jedná se o metodu z projektu RWCT, jejíž podstatou je shrnutí a zopakování celého tématu. Zadání aktivity a ukázky práce žáků jsou v Příloze 5.

Myslím, že se hodiny přírodopisu na téma sopky povedly. Cíl hodin byl splněn, žáci mají základní informace o sopkách. Žáci měli možnost udělat práci dle svého tempa, pracovali individuálně i ve skupinách. Nejvíce se jim asi líbily pokusy, to mají žáci opravdu moc rádi. Atmosféra během hodin velmi příjemná, žáci mají rádi, když si mohou pracovat svým tempem, každá hodina je jiná. Nejdelší část a nejméně akční, je asi předvádění prezentací. U toho někteří žáci povídají, nerespektují své spolužáky, i když mají hodnotit práci svých spolužáků do záznamového listu.