

Přírodovědný INSPIROMAT 2017 – shrnutí semináře

Lektoři: Mgr. Pavel Böhm, Mgr. Jakub Jermář

Pro měření jsme používali senzory Vernier a software Logger Lite (zdarma), v některých případech také software Logger Pro kvůli funkcím, které má oproti Logger Lite navíc. Pro připojování senzorů k počítači jsme využívali rozhraní LabQuest Mini. V několika případech jsme využili z praktických důvodů též datalogger LabQuest 2 a program LabQuest Viewer.

Odkazy:

- software Logger Lite: www.vernier.cz/LL
- software Logger Pro: www.vernier.cz/LP
- rozhraní LabQuest Mini: www.vernier.cz/LQ-MINI
- datalogger LabQuest 2: www.vernier.cz/LABQ2
- program LabQuest Viewer: www.vernier.cz/LQ-VIEW

1. Metabolismus kvasnic ohřívá vodu

Ve vodě jsme rozmíchali **půl sáčku sušených kvasnic**. Přidali jsme **cukr** a pomocí teploměru jsme sledovali, co se bude dít s teplotou – metabolismus kvasnic vodu mírně ohřívá. Aby byl efekt dobře patrný, je třeba **začínat s vodou, která má pokojovou teplotu**.

K měření lze využít teploměr Go!Temp, který si můžete od nás **zdarma zapůjčit**. My jsme použili bezdrátový teploměr propojený přes Bluetooth k dataloggeru LabQuest 2. Pro zobrazování displeje dataloggeru LabQuest přes dataprojektor jsme využívali program LabQuest Viewer.

Odkazy:

- teploměr Go!Temp: www.vernier.cz/GO-TEMP
- pro zapůjčení teploměru nás kontaktujte na info@edufor.cz
- bezdrátový teploměr: www.vernier.cz/GW-TEMP
- datalogger LabQuest 2: www.vernier.cz/LABQ2
- program LabQuest Viewer: www.vernier.cz/LQ-VIEW



2. Změna teploty vody při rozpouštění

Na rozpouštění dvou různých chemických látek (kuchyňské soli NaCl a hydroxidu sodného NaOH) jsme názorně demonstrovali **endotermický** a **exotermický** děj. Ve Wikipedii jsme vyhledali **rozpouštěcí tepla** (entalpie rozpouštění), pomocí vah připojených k počítači, abyste mohli postup vážení také sledovat, jsme **navázili vodu a rozpouštěnou látku** a následným **výpočtem v Excelu** jsme dopředu odhadli změnu teploty. Vypočtená hodnota se od změřené obvykle lišila o méně než 10 %, což je velice dobrá shoda. Diskutovali jsme také, **jak by šlo výpočet ještě zpřesnit** – zahrnout nejen tepelnou kapacitu vody, ale i kádinky, rozpouštěné látky a teploměru apod.

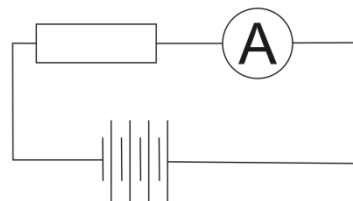
Odkazy:

- chemicky odolný tyčový teploměr: www.vernier.cz/TMP-BTA
- citlivé a přesné váhy Ohaus: www.vernier.cz/OHSC-2202



3. Ohmův zákon

Elektrický proud je přímo úměrný napětí na rezistoru. Rychle, jednoduše a názorně s využitím jen **tužkových baterií a ampérmetru (bez voltmetru)**.

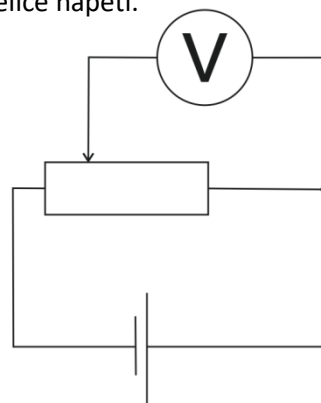


Odkazy:

- návod: www.vernier.cz/kucharka/27
- ampérmetr DCP-BTA: www.vernier.cz/DCP-BTA

4. „Tužková“ demonstrace funkce reostatu jako děliče napětí

Reostat (nastavitelný rezistor) bývá obvykle realizován jako dlouhý drát navinutý na válci s **posuvným jezdcem**, který se může dotýkat drátu v libovolné části po celé jeho délce. Využili jsme toho, že tuha z měkké tužky je vodivá, abychom názorně předvedli funkci reostatu jako děliče napětí.



Odkazy:

- voltmetr: www.vernier.cz/DVP-BTA

5. Změny tepové frekvence

Využili jsme bezdrátový senzor tepové frekvence, který jsme připojili k dataloggeru LabQuest 2. Vše jsme promítali pomocí programu LabQuest Viewer. Tep lze **zvýšit například stresem nebo cvičením**, nicméně **tepovou frekvenci ovlivňují i nejrůznější méně známé reflexy** v lidském těle. Ukazovali jsme, že když se člověk postaví, tepová frekvence mírně (v našem případě typicky zhruba o 10 tepů/min) vzroste v důsledku změn tlaku krve.



Daleko výraznější bývá ovšem pokles tepové frekvence v důsledku kombinace zadržetí dechu a ochlazení obličeje – „topili“ jsme se v misce s chladnou vodou, což v některých případech způsobilo pokles tepové frekvence z přibližně 120 tepů za minutu na 60 tepů za minutu. Také jsme během 15 Inspiromatů zjistili, že tento experiment výrazně narušuje, když se předtím „nadrogujeme“ vyšší dávkou Coca-Coly :).

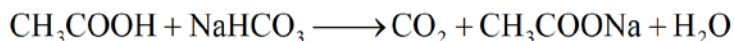
Odkazy:

- bezdrátový senzor srdečního tepu: www.vernier.cz/GW-HR
- datalogger LabQuest 2: www.vernier.cz/LABQ2
- program LabQuest Viewer: www.vernier.cz/LO-VIEW



6. Jak závisí rychlost chemické reakce na velikosti povrchu?

Do plastového kelímku jsme nalili asi 50 ml octa, umístili na citlivé váhy a váhy jsme vynulovali. Poté jsme do octa v kelímku umístili **jednu tabletu jedlé sody** (tablety lze koupit v lékárně). Hydrogenuhličitan sodný reagoval s kyselinou octovou za vzniku oxidu uhličitého. Ten postupně plnil kelímek, až **začal přetékat ven**, což se projevilo **poklesem hmotnosti**, kterou váhy ukazovaly.



Porovnali jsme v grafu časový vývoj hmotnosti pro dva případy:

- celou tabletu
- rozdrcenou tabletu

Rozdrcením tablety jsme **zvýšili reakční povrch**, což vedlo k výraznému **zrychlení reakce**. V grafu se to projevilo nápadným rozdílem mezi strmostí křivek v prvním a ve druhém případě.

Odkazy:

- váhy: www.vernier.cz/OHSK-2202
- USB kit pro připojení vah k počítači: www.vernier.cz/OHSK-USB

7. Změna hmotnosti při hoření svíčky a ocelové vaty

Na citlivých vahách jsme nechali hořet a) svíčku, b) ocelovou vatu.

- parafín + kyslík → vodní pára + saze + oxid uhličitý

Při hoření svíčky kyslík reaguje s parafínem za vzniku vodní páry, sazí a oxidu uhličitého. Všechny produkty hoření odlétají pryč, **hmotnost na vahách se tedy snižuje** rychlostí přibližně 0,1 g za minutu.



- železo + kyslík → oxid železitý

Pro druhý experiment jsme vybrali ocelovou vlnu nejvyšší jemnosti (označuje se čtyřmi nulami: 0000), která se využívá například pro leštění povrchů. Po přiložení ploché baterie jsme v ocelové vlně vyvolali zkrat. **Průchod elektrického proudu železo rozzhvil** tak, že začalo hořet: železo reagovalo s kyslíkem za vzniku oxidu železitého. Protože tentokrát produkt hoření neodlétal pryč, ale zůstal na povrchu ocelových vláken, **hmotnost narůstala**.



Obě reakce jsou **exotermické**, o čemž jsme se přesvědčili měřením teploty.

Odkazy:

- váhy: www.vernier.cz/OHSK-2202
- USB kit pro připojení vah k počítači: www.vernier.cz/OHSK-USB
- teploměr pro velký rozsah teplot: www.vernier.cz/TCA-BTA

8. Tíha tělesa ponořeného do kapaliny

Vzali jsme si dvě stejné tuby od Celaskonu. Do každé jsme dali jiný počet kovových maticek, takže jsme získali **dvě nádoby o stejném objemu, ale různé hmotnosti**.

Nejprve jsme na vahách **změřili hmotnost každé nádoby** (142 g a 78 g).

Poté jsme **tuby zavěsili na siloměr**. Síly 1,4 N a 0,8 N byly v souladu se vztahem $F = mg$.

Následně jsme nádoby zcela ponořili do vody tak, aby se nedotýkaly dna. **V obou případech působila stejná vztlaková síla, tíha klesla o 0,6 N** (na 0,8 N a 0,2 N).



Nakonec jsme **kádinku s vodou umístili na váhy**, které jsme následně vynulovali. Znovu jsme provedli experiment s ponořením, tentokrát jsme ovšem sledovali změnu hmotnosti na vahách. Hmotnost po úplném ponoření (bez dotýkání se dna) vzrostla o 62 gramů, což odpovídá (přes vztah $F = mg$) síle 0,6 N. Byla to hezká ukázka **principu akce a reakce**: zatímco voda působila na tubu **směrem vzhůru vztlakovou silou 0,6 N**, tuba působila v **reakci směrem dolů** na váhy **stejně velkou silou**, čímž **měřená hmotnost narostla o 62 g**.

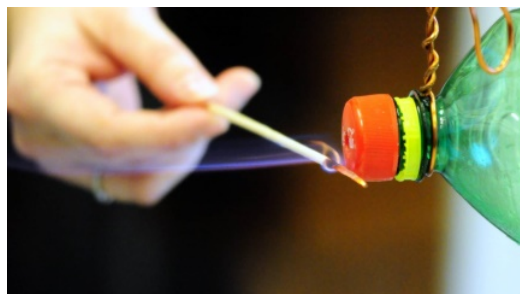
Odkazy:

- váhy: www.vernier.cz/OHSK-2202
- USB kit pro připojení vah k počítači: www.vernier.cz/OHSK-USB
- siloměr: www.vernier.cz/DFS-BTA

9. Měření tahu rakety

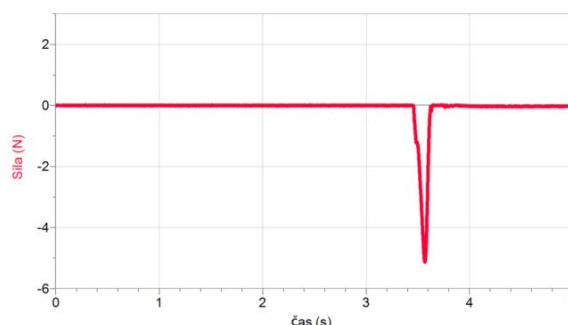
Využili jsme toho, že siloměr dokáže měřit nejen v tahu, ale i v tlaku, navíc v případě potřeby s vysokou frekvencí. Postavili jsme tedy improvizovanou **testovací rampu, která zajistila, aby lihová raketa po zažehnutí nikam neodletěla**, ale místo toho tlačila na siloměr.

Tah motoru jsme snímali s **frekvencí 1000 Hz**. Z grafu jsme poté mohli odečíst **dobu hoření** (přibližně 0,2 s) a **maximální sílu** (přibližně 5 N). Lze dokonce numerickou integrací (= **výpočtem obsahu „pod grafem“**) zjistit **změnu hybnosti** v důsledku působící síly – a z toho následně vypočítat teoretickou maximální dosažitelnou rychlost rakety.



Odkazy:

- siloměr: www.vernier.cz/DFS-BTA

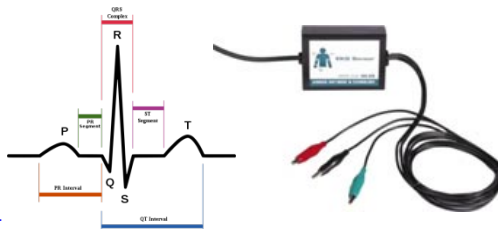


10. EKG a studium svalové aktivity

V dalším experimentu jsme využili školní EKG senzor, což je vlastně velice citlivý voltmetr. Sledovali jsme pomocí něj **nejprve srdce**, poté ve spolupráci se senzorem síly stisku ruky **svaly v předloktí**.

Odkazy:

- EKG senzor: www.vernier.cz/EKG-BTA
- senzor síly stisku ruky: www.vernier.cz/HD-BTA
- měření EKG (video): www.vernier.cz/video/ekg
- měření EKG (návod): www.vernier.cz/kucharka/34
- elektrická aktivita svalů (video): www.vernier.cz/video/elektricka-aktivita-svalu
- elektrická aktivita svalů (návod): www.vernier.cz/kucharka/33



11. Měření rychlosti diabolky vystřelené vzduchovkou

Fotobrána dokáže zaznamenat s **přesností na zhruba miliontinu sekundy čas přerušení/obnovení paprsku**. Toho jsme využili ke změření rychlosti diabolky vystřelené vzduchovkou. Protože jsme s sebou neměli velkou pušku, ale jen vzduchovou pistoli, navíc jsme stříleli diabolky jednogramové (těžké) místo běžných půlgramových, typická rychlost střely vycházela relativně malá (60 m/s). S puškou a lehčími střelami dosahujeme i 150 m/s.



Odkazy:

- fotobrána VPG-BTD: www.vernier.cz/VPG-BTD
- návod na experiment: www.vernier.cz/experimenty/points/rychlost-projektilu.pdf

12. Měření hluku

Cílem tohoto experimentu bylo ukázat, že **stupnice, ve které se měří hluk, není lineární**. Nejprve jsme všichni plácali rychle za sebou jednou rukou do stehna, po několika sekundách jsme přidali i druhou ruku. Při jedné ruce byla typická hladina hlasitosti okolo 80 dB, po zdvojnásobení počtu zdrojů hluku (přidání druhé ruky) hodnota **typicky narostla o pouhé 3 dB**, tedy nikoliv na dvojnásobek původní hodnoty.

Odkazy:

- hlukoměr: www.vernier.cz/SLM-BTA



13. Kyselá dešť

Pomocí pH senzoru jsme předvedli, jak lze **okyselit destilovanou vodu tím, že do ní rozpustíme oxid uhličitý**, který vydechujeme z plic. Hodnotu pH jsme během několika desítek sekund snadno snížili přibližně o 1.

Odkazy:

- hlukoměr: www.vernier.cz/PH-BTA
- návod: www.vernier.cz/kucharka/8
- video: <http://www.vernier.cz/video/okyselovani-vody-co2>



14. Jak barevná LED „žárovka“ tvoří různé barvy?

Pomocí spektrofotometru jsme zkoumali světlo, které vydává „barevná žárovka“. Ta ve skutečnosti obsahuje **tři svítivé diody** (LED), jejichž **intenzita se dá nastavovat dálkovým ovládáním**. Ukázali jsme, že když svítí „žárovka“ červeně, zeleně nebo modře, skutečně vyzařuje červené, zelené nebo modré fotony. Když ale nastavíme její barvu na žlutou, **vyzařuje ve skutečnosti červené a zelené fotony – tedy nikoliv žluté**. Jako žlutou barvu si podráždění příslušných receptorů (čípků) v oku interpretuje až náš mozek.



Ukazovali jsme také purpurovou barvu (modrá + červená) a bílou barvu (červená + zelená + modrá).

Odkazy:

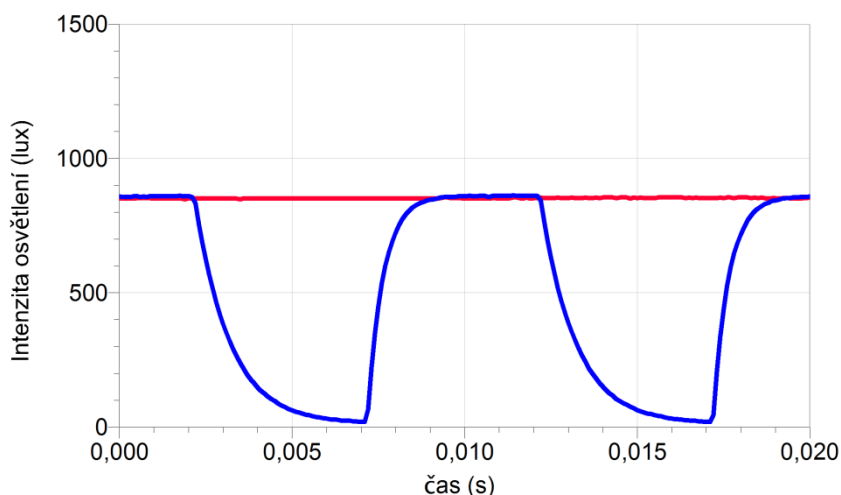
- spektrofotometr: www.vernier.cz/SVIS-PL
- optické vlákno: www.vernier.cz/SVIS-FIBER
- barevná LED „žárovka“: <https://goo.gl/yLqw0P>
- podobný experiment s mikroskopem: www.vernier.cz/kucharka/39

15. Jak barevná LED „žárovka“ reguluje intenzitu světla?

Barevná „žárovka“ z předchozího experimentu umí také pomocí dálkového ovládání **měnit intenzitu světla**. Zajímalo nás, jakým způsobem regulaci provádí, proto jsme na ni namířili čidlo světla (luxmetr) a nastavili **frekvenci měření na 10 000 Hz**. Zjistili jsme, že zatímco při maximální intenzitě vyzařuje v čase konstantní množství světla (**v grafu níže červeně**), při snižování intenzity střídá s frekvencí 100 Hz dobu, kdy svítí naplno, s dobou, kdy nesvítí vůbec (**v grafu níže modře**). Pro regulaci intenzity světla je tedy využito nedokonalosti našeho oka, které takto rychlé blikání nedokáže zaznamenat. Oko (nebo spíše mozek) intenzitu určuje podle průměrného množství fotonů, které na sítnici za určitý časový úsek dopadnou.

Odkazy:

- luxmetr: www.vernier.cz/LS-BTA
- barevná LED „žárovka“: <https://goo.gl/yLqw0P>
- podobný experiment se žhavením vlákna žárovky (návod): www.vernier.cz/kucharka/26
- žhavení vlákna žárovky (video) <http://www.vernier.cz/video/zhaveni-vlakna-zarovky>
- a jak „bliká“ žárovka: www.vernier.cz/kucharka/25



16. Proč mokré dřevo špatně hoří?

Při tomto experimentu jsme využívali **teploměr pro velký rozsah teplot (od -200 °C do 1400 °C)**, který lze strčit i do plamene svíčky nebo kahanu. Zkoumali jsme, jak se teploměr (v roli dřeva, které chceme v ohni **zahřát nad zápalnou teplotu**) ohřívá, když je suchý – a jak, když je mokrý.

Zjistili jsme, že zatímco suchý teploměr se ohřeje nad zápalnou teplotu velmi rychle, u mokrého teploměru se nárůst teploty okolo 100 °C pozastaví. Veškeré teplo, které oheň „pumpuje“ do systému, je najednou spotřebováváno pouze na vypařování vody. **Teprve když je voda odpařena, teplota začne opět prudce růst.**



Odkazy:

- teploměr pro velký rozsah teplot: www.vernier.cz/TCA-BTA

17. Ochrana před radiací stíněním a vzdáleností

Pomocí detektoru radiace (alfa, beta a gama) záření jsme zkoumali, jak se můžeme chránit před alfa a gama zářením. Zatímco **alfa záření zastavil list papíru či několik centimetrů vzduchu**, gama záření papír zastavit nedokázal, a dokonce i tři vrstvy měděného plechu intenzitu záření jen snížily, ale nikoliv na nulu. **Výrazný vliv na snížení intenzity gama záření měla vzdálenost od zdroje.**

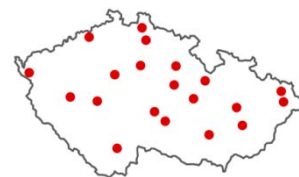


Odkazy:

- detektor radiace (alfa, beta a gama záření): www.vernier.cz/VRM-BTD
- zájemci o bezpečné školní zdroje záření schválené Úřadem pro jadernou bezpečnost mohou kontaktovat Petra Žilavého: peter.zilavy@mff.cuni.cz
- ochrana před radiací (video): www.vernier.cz/video/ochrana-pred-radiaci
- studium radiace (video): www.vernier.cz/video/studium-radiace

18. Elixír do škol

Více informací o regionálních centrech Elixíru do škol najdete na www.vernier.cz/elixir



19. Další odkazy a kontakty na nás

Další užitečné odkazy související s Vernierem najdete na www.vernier.cz/odkazy
Kontaktovat nás můžete na info@vernier.cz, případně na telefonu 774 693 244.

Těšíme se na příští setkání s Vámi, ať už na dalším Přírodovědném Inspiromatu, nebo jinde.

Pavel Böhm & Jakub Jermář