

První krůčky s Vernier LabQuestem

Pavel Böhm, Jakub Jermář

KDF MFF UK Praha

Abstrakt

V dílně bylo možné vyzkoušet si měření se systémem Vernier. V tomto příspěvku jsou zmíněny některé experimenty, které byly pro účastníky předpřipraveny ke zkoušení a měření.

Experimenty s barometrem

Pomůcky

- barometr Vernier BAR-BTA
- Vernier LabQuest

Barometr ukazuje aktuální tlak (ne tlak přepočtený na hladinu moře). Citlivost měření je 9 Pa. Skutečná hodnota tlaku je v intervalu ± 30 Pa od střední hodnoty, kterou barometr ukazuje.

Atmosférický tlak se díky změnám počasí poměrně rychle mění (běžně o několik Pa/min). Při měření s tím musíme počítat.

Měření aktuálního tlaku

Aktivita je podrobně zpracována také ve formě [fotonávodu](#) [1].

1. Připojte barometr k LabQuestu.
2. Nastavte frekvenci měření na 10 Hz a délku měření na 100 s.
3. Spusťte měření.
4. Po dokončení měření zvolte Analýza → Statistika. Zjistíte maximální a minimální hodnoty naměřeného tlaku, jeho střední hodnotu, směrodatnou odchylku a počet provedených měření.
5. Zvolte Graf → Parametry grafu. Upravte měřítko svislé osy tak, aby plocha displeje byla lépe využita. Současně zakažte spojování bodů.
6. Povšimněte si diskrétního spektra hodnot. Klikáním do grafu můžete zobrazovat jednotlivé změřené body a vpravo odečítat hodnoty tlaku. Zjistíte tak citlivost barometru (oněch zmíněných 9 Pa).
7. Zvolte Analýza → Fitovat křivku. Nastavte lineární fit. Uvidíte, zda zrovna teď tlak klesá, nebo stoupá. Směrnice grafu (označená m) vám dá kvantitativní představu o aktuální časové změně tlaku.
8. Připojte k LabQuestu flash disk.
9. Vyexportujte data na flash disk.
10. Přeneste data do tabulkového editoru.
11. Zkuste kroky 4 až 7 provést také v tabulkovém editoru.

Změna tlaku s malou změnou výšky

Hustota vzduchu je asi 1 kg na krychlový metr. To znamená, že každý metr krychlový přispívá tlakem zhruba 10 Pa. O tuto hodnotu by se tedy měl tlak s každým vystoupaným metrem snížit.

1. Připojte barometr k LabQuestu.
2. Nastavte frekvenci měření 1 Hz a dobu měření dostatečně dlouhou, abyste stihli projít školu od přízemí po nejvyšší patro.
3. Projděte školu od nejvyššího patra do nejnižšího a zase zpět.
4. Zobrazte v LabQuestu graf a zjistěte rozdíl tlaků v horním a dolním patře.
5. Odhadněte rozdíl výšek na základě tlaku a porovnejte s jiným odhadem nebo měřením (např. spočtete schody mezi patry a vynásobte jejich počet výškou jednoho z nich).

Odkazy

- Aktuální tlak ve stanici Praha – Libuš přepočtený na hladinu moře
http://www.chmi.cz/meteo/oap/oap_milos.html
- Aktuální tlak na meteorologické stanici ČZU v Praze (nepřepočítaný na hladinu moře)
<http://meteostanice.agrobiologie.cz/grafy.php?tab=tab-tlak&tabulka=samotna>
- Tabulka hustot vzduchu v závislosti na tlaku a teplotě
<http://www.tzb-info.cz/t.py?t=16&i=70&znamka=1>

Další možnosti a náměty

- Vezměte barometr na školní výlet po kopcích a jeskyních.
- Sledujte závislost tlaku na počasí.
- Vezměte barometr na exkurzi do dolů.
- Vezměte barometr do výškové budovy.

Experimenty s optickou závorou (fotobránou)

Pomůcky

- optická závora Vernier VPG-BTD
- Vernier LabQuest
- laserové ukazovátko (červený laser)

Optická závora je zařízení schopné zaznamenávat přesný čas přerušení světelného svazku.

Můžeme využít buď zabudovaný zdroj (pro použití „uvnitř“ závory), nebo běžný červený laser z laserového ukazovátko (použití vně závory).

Kyvadlo

1. Připojte optickou závoru k LabQuestu.
2. Nastavte režim „kyvadlo“.

3. Upevněte kuličku na niti tak, aby při svém periodickém pohybu v nejnižší poloze přerušovala paprsek optické závory. Délku závěsu l změřte.
4. Kuličku rozkývejte a spusťte měření.
5. Po několika kmitech měření zastavte.
6. Na displeji vpravo lze přímo odečíst periodu kývání. Ověřte ji výpočtem podle vztahu pro matematické kyvadlo $T = 2\pi \sqrt{\frac{l}{g}}$, kde g je velikost místního tíhového zrychlení.

Poznámky

1. Tuto úlohu má rozhodně z didaktického hlediska smysl se studenty provádět také bez dataloggeru – mohou se naučit, jak snižovat neurčitost měření statistickými metodami.
2. Výhoda použití dataloggeru spočívá ve vyšší přesnosti a také v možnosti měřit i děje s vyšší frekvencí (například kyvadlo s krátkým závěsem). Lze také délku závěsu náhodně volit a počítat ji z periody kývání podle vztahu $l = \frac{T^2 g}{4\pi^2}$.
3. Podobně lze měřit také třeba frekvenci a periodu otáčení kola.

Kdo se nejdéle udrží ve vzduchu

Pomocí optické závory můžeme odlišit okamžik, kdy člověk stojí na zemi (zakrývá botami optický svazek) od okamžiku, kdy po výskoku letí nahoru a zpátky dolů (paprsek není zakryt).

1. Připojte optickou závoru k LabQuestu.
2. Nastavte režim „žádný“. V tomto režimu bude LabQuest zaznamenávat pouze časy přerušení svazku.
3. Připevněte optickou závoru izolepou na podlahu a ve vzdálenosti zhruba jeden metr stejným způsobem upevněte laserové ukazovátko. Ukazovátko pomocí kousku izolepy zafixujte v pozici „zapnuto“. Nastavte směr paprsku tak, aby mířil do detektoru optické závory. Je potřeba mechanickou páčkou přepnout *vnitřní režim* na *vnější režim*.
4. Spusťte měření a postavte se tak, aby boty přerušovaly laserový paprsek.
5. Vyskočte co nejvýš tak, abyste byli ve vzduchu co možná nejdéle. Ze záznamu o čase přerušení paprsku lze dobu výskoku přesně určit.
6. Až si dostatečně zaskáčete, zastavte měření a zobrazte na displeji tabulku naměřených hodnot. Z nich můžete odečíst doby výskoku v jednotlivých případech.

Podobným způsobem můžete zkoumat počet lidí, kteří prošli dveřmi, nebo sledovat kapající kohoutek.

Voltampérová charakteristika diody snadno a rychle

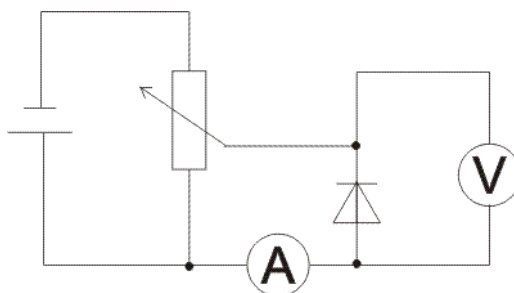
Pomůcky

- voltmetr Vernier DVP-BTA

- ampérmetr Vernier DCP-BTA
- Vernier LabQuest
- plochá baterie
- diody
- vodiče s krokosvorkami
- potenciometr

Zapojení

Dle schématu (obr. 1) sestavte dělič napětí, připojte diodu, ampérmetr a voltmetr.



Obr. 1 – zapojení obvodu

Měření VA charakteristiky

Tato aktivita byla také natočena jako [videonávod](#) [2].

1. Připojte ampérmetr a voltmetr k LabQuestu.
2. Nastavte frekvenci měření na 100 Hz a dobu měření na 20 sekund.
3. Přepněte na zobrazení grafu. Nechte zobrazit jen jeden graf (graf → ukázat graf → graf 1) a nastavte graf tak, aby na svislé ose byl proud, na vodorovné napětí (potenciál) – toho docílíte kliknutím na popis osy a následnou volbou z nabízených možností.
4. Nastavte potenciometr tak, aby na diodě bylo napětí 0 V.
5. Spusťte měření a otočte jezdcem potenciometru do druhé polohy (na diodě bude napětí 4,5 V).
6. Aniž byste zastavili měření, změňte polaritu zdroje (tj. odpojte baterii a připojte ji obráceně).
7. Otočte jezdcem potenciometru do původní polohy (na diodě bude opět napětí 0 V).
8. Zastavte měření a prohlédněte si graf – voltampérovou charakteristiku diody.
9. Nyní můžete zkusit proměřit stejným způsobem i jiné druhy diod.

Experimenty se sonarem

Pomůcky

- sonar Vernier Go!Motion
- počítač s nainstalovaným software Logger Lite

Senzor Go!Motion lze připojit pomocí USB přímo k počítači. Čidlo vysílá krátké ultrazvukové pulsy a čeká, až po odrazu od překážky přijdou zpět. Z prodlevy určuje vzdálenost.

Rychlost šíření zvuku závisí mírně na teplotě. Go!Motion pomocí zabudovaného teploměru automaticky provádí korekci na teplotu vzduchu.

Sonarem lze zjišťovat polohu, velikost rychlosti a zrychlení předmětů vzdálených 15 cm až 6 m od sonaru.

„Obkreslování“ grafů

Tato aktivita byla také natočena jako [videonávod](#) [3].

Tato aktivita může pomoci studentům se vzájemným propojováním grafů a reálných situací.

1. Připojte Go!Motion k počítači a spusťte program Logger Lite (je dodáván spolu se senzorem).
2. Klikněte na zelené tlačítko *Collect* vpravo a vyzkoušejte, s jakou přesností sonar ukazuje polohu.
3. Nyní změňte dobu měření (výchozí je 5 sekund) na 15 sekund. Experiment → Data Collection (vidíte, že klávesová zkratka je CTRL+D).
4. Kliknutím na tlačítko *Match* vlevo od zeleného *Collect* vygenerujte náhodný průběh polohy v průběhu času.
5. Spusťte měření a pohybujte senzorem nebo nějakým předmětem (knihou) před senzorem tak, abyste graf co nejpřesněji napodobili.
6. Opakujte kroky 5 a 6 dle uznání.
7. Vymažte data (Experiment → Clear Latest Run). A změňte škálu na svislé ose od nuly do 1,8 m (pravé tlačítko myši → Graph Options).
8. Místo náhodného generování grafu si vzájemně nakreslete svoje vlastní (ikonka tužky – Draw Prediction) a opět zkuste graf co nejpřesněji napodobit.

Zkoumání pádu gymnastického míče

1. Upevněte sonar do stativu fotoaparátu.
2. Stativ umístěte někam na vyšší místo (např. na skříň) tak, aby mohl sonar snímat polohu míče skákajícího pod ním. Je dobré nožičky stativu zatížit knihou nebo batohem. Datový kabel odved'te dolů k počítači tak, aby nepřekážel v trajektorii ultrazvukových pulsů mezi míčem a čidlem.
3. Nasnímejte závislost polohy na čase při skákání míče.
4. Přidejte další dva grafy (Insert → Graph) a změňte velikosti oken s grafy tak, aby se všechny tři grafy vešly na monitor pod sebe.
5. Na jednom grafu zobrazte závislost rychlosti na čase, na druhém závislost polohy na čase, na třetím závislost zrychlení na čase.

6. Použijte automatické nastavení měřítka (pravé tlačítko myši → Autoscale, případně CTRL+J).
7. Nyní můžete se studenty diskutovat o jednotlivých fázích pohybu a o jejich vlastnostech. Například proč nemá naměřené zrychlení velikost $9,8 \text{ m}\cdot\text{s}^{-2}$, ale zhruba $8,3 \text{ m}\cdot\text{s}^{-2}$.

Kde hledat náměty a materiály?

Většina výše zmíněných aktivit se dočkala vylepšených návodu. Část z nich ve formě videonávod (<http://www.vernier.cz/video>), ostatní pak jako návody určené k vytištění – jejich přehled najdete na <http://www.vernier.cz/experimenty>.

Odkazy a literatura

- [1] BÖHM P., KÁCOVSKÝ J. Měření aktuálního atmosférického tlaku. Vernier CZ [online]. [cit. 2011-01-08]. Dostupný z WWW: <<http://www.vernier.cz/download/namety/mereni-atmosferickeho-tlaku.pdf>>.
- [2] FILIPENSKÁ, Lucie, et al. VA charakteristika diody. Vernier CZ [online]. 2010 [cit. 2011-01-08]. Dostupné z WWW: <<http://www.vernier.cz/video/VA-charakteristika-diody>>.
- [3] FILIPENSKÁ, Lucie, et al. Napodobování grafu. Vernier CZ [online]. 2010 [cit. 2011-01-08]. Dostupné z WWW: <<http://www.vernier.cz/video/napodobovani-grafu>>.