

**UNIVERZITA MATEJA BELA V BANSKEJ BYSTRICI**  
**FAKULTA PRÍRODNÝCH VIED**

**NÁVRH EXPERIMENTÁLNYCH AKTIVÍT**  
**Z TEMATICKEJ OBLASTI PERIODICKE DEJE**

Študentská vedecká práca

**2020**

**Vladislav Pavlús**

**UNIVERZITA MATEJA BELA V BANSKEJ BYSTRICI**  
**FAKULTA PRÍRODNÝCH VIED**

**NÁVRH EXPERIMENTÁLNYCH AKTIVÍT**  
**Z TEMATICKEJ OBLASTI PERIODICKE DEJE**

**ŠTUDENTSKÁ VEDECKÁ PRÁCA**

Študijný program: Učiteľstvo biológie a učiteľstvo fyziky

Študijný odbor: Učiteľstvo akademických predmetov

Pracovisko: Katedra fyziky, Univerzita Mateja Bela

Vedúci práce: Mgr. Martin Hruška PhD.

## **Pod'akovanie**

Chcel by som sa pod'akovať svojmu školiteľovi Mgr. Martinovi Hruškovi, PhD., za odbornú pomoc, usmernenie pri písaní práce, cenné rady, ochotu a hlavne trpezlivosť.

## Abstrakt

Študentská vedecká práca sa zameriava na návrh experimentálnych aktivít bádateľského charakteru s využitím miniatúrneho digitálneho osciloskopu DSO 150. Osciloskop spolu s rôznymi druhmi senzorov, ako sú svetelný, zvukový, či elektromagnetický senzor, je možné použiť na skúmanie charakteristík pravidelne sa opakujúcich dejov.

Navrhnuté experimentálne aktivity patria do tematického celku Periodické deje (ISCED 3A). Niektoré námety na aktivity sú spracované formou žiackych pracovných listov a metodických listov pre učiteľa. V práci sú popísané aj vlastnosti digitálneho osciloskopu DSO 150 spolu s jednoduchým návodom na ovládanie a štruktúra žiackeho pracovného listu, ako aj metodického listu pre učiteľa. Ďalšie pripravené žiacke pracovné listy a metodické listy pre učiteľa sú uvedené v prílohe práce.

**Kľúčové slová:** digitálny osciloskop, bádateľsky orientované vyučovanie, periodické deje, žiacke pracovné listy, metodické listy pre učiteľa

## **Abstract**

The student's paper focuses on a suggestion inquiry-based experimental activities with using the pocket digital storage oscilloscope DSO 150. The oscilloscope can be used with different kinds of sensors, such as light, sound and electromagnetic sensor, to examine attributes of regularly recurring processes.

Presented experiments belong to the thematic unit Periodic Motions (ISCED 3A). Several experimental activities are created in the form of student's guides and teacher's guides. A structure of a student's guide and teacher's guide, as well as characteristics of the digital storage oscilloscope DSO 150, are described in the thesis. A sample of a selected student's guide and a teacher's guide is contained in the thesis as well. Other realised experimental activities, and a manual for the oscilloscope is attached to the student's paper too.

**Key words:** digital storage oscilloscope, inquiry-based science education, periodic processes, student's guide, teacher's guide

# Obsah

|                                                                          |    |
|--------------------------------------------------------------------------|----|
| ÚVOD .....                                                               | 8  |
| 1 MODERNÉ KONCEPCIE VO VYUČOVANÍ PRÍRODOVEDNÝCH PREDMETOV .....          | 10 |
| 1.1 BÁDANIE Z POHĽADU ŽIAKA .....                                        | 11 |
| 1.2 BÁDATEĽSKY ORIENTOvané VYUČOVANIE .....                              | 13 |
| 2 TEMATICKÝ CELOK PERIODICKÉ DEJE .....                                  | 14 |
| 3 EXPERIMENT VO VYUČOVANÍ FYZIKY .....                                   | 15 |
| 4 EXPERIMENTÁLNA ZOSTAVA .....                                           | 17 |
| 4.1 DIGITÁLNY OSCILOSKOP DSO 150 A VSTUPNÉ PERIFÉRIE .....               | 18 |
| 5 NÁVRH EXPERIMENTÁLNYCH AKTIVÍT .....                                   | 22 |
| 5.1 POPIS NAVRHNUTÝCH EXPERIMENTOV .....                                 | 22 |
| 5.1.1 Meranie obvodovej rýchlosti kola s využitím Dopplerovho javu ..... | 23 |
| 5.1.2 Meranie rýchlosti zvuku pomocou kuchynskej rolky .....             | 24 |
| 5.1.3 Meranie tiažového zrýchlenia pomocou matematického kyvadla .....   | 24 |
| 5.1.4 Meranie hmotnosti telesa pomocou pružinového oscilátora .....      | 25 |
| 5.1.5 Meranie priečnych vibrácií struny z rybárskeho vlasca .....        | 26 |
| 5.1.6 Meranie vibrácií ladičky bez rezonančnej skrinky .....             | 27 |
| 5.2 UKÁŽKA ŠTRUKTÚRY ŽIACKEHO PRACOVNÉHO LISTU .....                     | 28 |
| 5.3 UKÁŽKA ŠTRUKTÚRY METODICKÉHO LISTU PRE UČITEĽA .....                 | 29 |
| 5.4 UKÁŽKA ŽIACKEHO PRACOVNÉHO LISTU .....                               | 30 |
| 5.5 UKÁŽKA METODICKÉHO LISTU PRE UČITEĽA .....                           | 34 |
| ZÁVER .....                                                              | 37 |
| ZOZNAM BIBLIOGRAFICKÝCH ODKAZOV .....                                    | 38 |
| PRÍLOHY .....                                                            | 43 |
| PRÍLOHA 1 – PRACOVNÝ LIST: „RÝCHLOSŤ ZVUKU“ .....                        | 43 |
| PRÍLOHA 2 – PRACOVNÝ LIST: „TIAŽOVÉ ZRÝCHLENIE“ .....                    | 47 |
| PRÍLOHA 3 – PRACOVNÝ LIST: „PRUŽINOVÝ OSCILÁTOR“ .....                   | 51 |
| PRÍLOHA 4 – METODICKÝ LIST: „RÝCHLOSŤ ZVUKU“ .....                       | 55 |
| PRÍLOHA 5 – METODICKÝ LIST: „TIAŽOVÉ ZRÝCHLENIE“ .....                   | 58 |
| PRÍLOHA 6 – METODICKÝ LIST: „PRUŽINOVÝ OSCILÁTOR“ .....                  | 61 |
| PRÍLOHA 7 – ZJEDNODUŠENÝ NÁVOD NA PRÁCU S OSCILOSKOPOM .....             | 63 |

## **Zoznam skratiek a značiek**

| <b>Skratka</b> | <b>Vysvetlenie</b>                                  |
|----------------|-----------------------------------------------------|
| IBSE           | aktívne prírodovedné žiacke bádanie                 |
| ISCED          | klasifikácia vzdelávania                            |
| DSO            | osciloskop s digitálnym uchovávaním                 |
| ART            | analogový osciloskop bez uchovávania                |
| JYE TECH       | názov spoločnosti vyrábajúcej digitálne osciloskopy |
| TFT LCD        | obrazovka s tenkou vrstvou tranzistorov             |
| CORTEX 3ARM    | typ procesora                                       |
| ADC            | prevodník striedavý/jednosmerný prúd                |
| PWM            | modulácia šírky pulzu                               |
| DC             | jednosmerný prúd                                    |
| MP3            | kompresný formát zvukových súborov                  |
| SD             | digitálna pamäť                                     |
| IT             | informačné technológie                              |
| ŠVP            | štátny vzdelávací program                           |

## Úvod

Je nepochybné, že kvalitné prírodovedné vzdelávanie je v súčasnej spoločnosti dôležitou a neoddeliteľnou súčasťou vzdelávacieho procesu. Žiaci – okrem iného – prostredníctvom prírodovedného vzdelávania získavajú predovšetkým informácie o fungovaní prírody, o javoch, ktoré sú bežnou súčasťou života.

Aj ciele prírodovedného vzdelávania, formulované v štátnom vzdelávacom programe [1], upozorňujú na potrebu viesť žiakov nielen k pochopeniu dejov prebiehajúcich v reálnom svete, ale aj naučiť ich kriticky myslieť, získavať a hodnotiť informácie.

S uvedenými cieľmi úzko súvisí nielen slovenský, ale aj celoeurópsky trend presadzovania aktívneho vyučovania a využívania aktivizujúcich metód vo výučbe a do popredia sa tak dostávajú pojmy ako objavovanie, bádanie a aktívne prírodovedné bádanie.

Z hľadiska prírodovedných predmetov a školskej fyziky zvlášť sa s pojmami objavovanie a bádanie spája experiment v rôznych podobách, tvorba modelov a práca s nimi, ako aj kritické zhodnotenie získaných experimentálnych dát. Do popredia sa dostáva tiež potreba využívania moderných prostriedkov vyučovania založených na digitálnych technológiách, pričom medzi najnovšie trendy môžeme okrem využívania rôznych meracích zostáv založených na využití počítača, zaradiť aj rôzne zariadenia využívajúce mikrokontroléry.

Uvedené východiská nás priviedli k myšlienke preskúmať možnosti využitia jednoduchého a cenovo dostupného digitálneho osciloskopu založenom na vhodnom mikrokontroléri, pri vlastnej experimentálnej činnosti žiakov na hodinách fyziky. Zaujímalo nás, aké možnosti so sebou prináša jeho kombinácia s rôznymi perifériami, ktoré môžu slúžiť jednak na meranie príslušných fyzikálnych veličín, ale aj na znázorňovanie meraných javov.

Ukázalo sa, že uchovávanie hodnôt do pamäte a možnosť zastavenia signálu je nevyhnutnou podmienkou niektorých našich experimentálnych aktivít a je len jednou z možností, ktoré takáto zostava ponúka. Taktiež (podľa našich skúseností) jednoduché odčítavanie hodnôt z displeja zefektívňuje niektoré meracie postupy.

Našou motiváciou bolo tiež poukázať na využitie digitálneho osciloskopu spolu so vstupnými senzormi, ktorý sa v niektorých prípadoch javí ako výrazne cenovo

dostupnejšia alternatíva voči počítačom podporovaným meracím systémom vo vyučovaní fyziky na gymnáziách.

Experimentálne aktivity, ktoré prezentujeme v predkladanej práci, sú ukážkou zo širšieho portfólia experimentov, ktoré je možné realizovať za pomoci nižšie popísanej experimentálnej zostavy. Dúfame, že by mohli rozšíriť možnosti, ktoré učiteľom fyziky a ďalších prírodovedných predmetov ponúkajú digitálne technológie pri rozvíjaní moderných koncepcií vo vzdelávaní.

## **1 Moderné koncepcie vo vyučovaní prírodovedných predmetov**

Tradičné koncepty vyučovania veľmi často uprednostňujú len získavanie informácií v podobe teórií, vzorcov, alebo definícií. Tie nie sú veľmi zrozumiteľné pre žiakov, ktorí si ich len mechanicky zapamätajú a neskôr ich zabudnú, pričom nedochádza k skutočnému pochopeniu podstaty daného javu. So zapamätanými a nie pochopenými vedomosťami nemožno riešiť úlohy a problémy.

Veda zahŕňa nielen pojmy a fakty, ale aj vedecké spôsoby myslenia. Dôkazy vo forme experimentálnych dát sú využité na riešenie problémov a zodpovedanie otázok. Vedecky gramotní ľudia používajú vedecké prístupy na analyzovanie a riešenie problémov [2].

V súčasnosti sa takmer po celom svete kladú požiadavky na nové spôsoby vzdelávania. Ustupuje dôležitosť tradičných spôsobov získavania informácií. Preferuje sa podpora zvedavosti, tvorivosti a celoživotného vzdelávania. Potreba motivácie žiakov vo vedeckom vzdelávaní je na prvom mieste. Prehodnocuje sa obsah a uplatňujú sa moderné vyučovacie, alebo učebné metódy. Takéto metódy zahŕňa aj vedecké vzdelávanie založené na výskume (inquiry-based science education). Ide o vzdelávací prístup zameraný na žiakov, v ktorom sa spája teória a prax za účelom riešenia definovaného problému [3].

Pojem inquiry-based science education (IBSE) je rôzne interpretovaný. Spomínajú sa najmä pojmy: aktívne žiacke bádanie, aktívne prírodovedné bádanie, alebo objavné vyučovanie.

Tento prístup k výučbe predstavuje výzvy pre učiteľov aj žiakov. Mení sa spôsob interakcie v triedach. Bádanie si vyžaduje spoluprácu medzi žiakmi, premýšľanie o experimente a spojenie informácií so životom v škole, alebo mimo nej. Využitie modelu je vo veľkej miere späté s použitím softvérových nástrojov, alebo počítačových technológií. Tieto nástroje umožňujú hľadať odpoveď na rozličné otázky a získavať rôzne druhy prírodovedných informácií [4].

## 1.1 Bádanie z pohľadu žiaka

Pod pojmom bádanie z pohľadu žiaka môžeme nájsť činnosti, ako sú napríklad: predloženie problému, kladenie otázok, vyhľadávanie materiálov, pozorovanie, pokus, analýza, alebo syntéza zistených informácií. Nemenej dôležitou súčasťou je aj vysvetlenie problému.

Všetky vyššie spomínané činnosti vychádzajú z procesu realizácie výskumu a sú obsiahnuté v bádateľských modeloch. Bádateľský model sa vyznačuje viacerými fázami [5]:

1. Tvorba základnej otázky
2. Návrh riešení (brainstorming)
3. Formulácia hypotézy
4. Príprava a vykonanie experimentu
5. Vyhodnocovanie údajov a vyvodenie záverov
6. Prezentácia výsledkov

Je náročné vykonať bádateľské aktivity v rámci triedy bez pomoci učiteľa. Žiaci nemusia byť hneď schopní navrhovať a vykonávať bádateľské činnosti. Učiteľ preto stavia bádateľskú aktivitu s ohľadom na schopnosti a zručnosti žiakov. Na základe časovej náročnosti rozdeľujeme bádateľské aktivity podľa [6] na:

- makro bádateľské aktivity – realizácia trvá dlhšie ako jedna vyučovacia hodina,
- mini bádateľské aktivity – realizácia je kratšia ako jedna vyučovacia hodina.

Podľa informácií poskytovaných učiteľom, resp. miery riadenia aktivity učiteľom, sú rozlišované rozličné úrovne bádania.

Úrovne bádania podľa [5]:

- Otvorené bádanie – žiaci sami predložia problém, navrhnu postup riešenia a vykonajú experiment.
- Riadené bádanie – problém formuluje učiteľ a predkladá ho žiakom, ktorí navrhnu postup riešenia a vykonajú experiment.
- Štruktúrované bádanie – žiaci sa pri riešení učiteľom definovaného problému riadia pripraveným postupom.
- Potvrdzujúce bádanie – úlohou žiaka je overiť platnosť už známeho poznatku (definície, zákona).

Na týchto úrovniach je celkom jednoznačne vidieť zmenu úlohy učiteľa, ktorý sa mení z vyžiadanej autority na sprievodcu. Sprievodca usmerňuje žiakov kladenými otázkami a vhodnými doplnkovými úlohami. Cieľom učiteľa-sprievodcu je rozvíjať ucelené vedomosti a dôsledné porozumenie javom [7].

## 1.2 Bádateľsky orientované vyučovanie

Pokiaľ by sme chceli stručne skonštatovať, čo je podstatou bádateľsky orientovaného vyučovania, mohli by sme napísať, že žiaci spolu s učiteľom vykonávajú také aktivity, ktoré sú príbuzné aktivitám pri vedeckej práci a získavajú pri nich nové vedomosti a snažia sa dôsledne porozumieť skúmaným javom. Bádateľské vyučovanie je teda založené na konštruktivistickom prístupe [6]. Teória konštruktivismu hovorí o tom, že žiak si na základe skúsenosti nadobudnutej počas samostatnej činnosti konštruje vedomosti. Následnosť krokov, vďaka ktorým si žiak vytvorí poznatky o reálnom svete na základe svojich skúseností, sa nazýva bádateľský konštruktivistický model. Bádateľský konštruktivistický model v sebe zahŕňa klasický bádateľský model spomenutý v predchádzajúcej podkapitole.

Pred samotnou formuláciou otázky je žiak uvedený do témy, zhodnocuje prvotné informácie, zaraďuje problém do konkrétnej oblasti, zapisuje si otázky, ktoré triedi a až následne formuluje hlavnú otázku. Po brainstormingu nasleduje tvorba hypotézy. Nevyhnutným krokom je návrh a realizácia experimentu, po ktorej nasleduje zber dát. Namerané dáta sa analyzujú a žiaci vyvodlia závery. Následne žiaci prezentujú výsledky a nevyhnutnou súčasťou je konfrontácia s prvotnými poznatkami. Posledným krokom pri konštrukcii nových poznatkov na základe vlastnej skúsenosti je aplikácia vedomostí na nové situácie.

Jednotlivé aktivity sú z hľadiska konštruktivistickej koncepcie zovšeobecnené do niekoľkých fáz. Do fázy zapojenia a zisťovania patria aktivity od uvedenia od témy až po určenie prvotných poznatkov. Vo fáze samotného skúmania žiaci formulujú otázku, navrhujú a realizujú experiment a zbierajú dáta. Fáza vysvetlenia zahŕňa diskusiu o výsledkoch, prezentáciu výsledkov a konfrontáciu s prvotnými vedomosťami. Nasleduje fáza rozšírenia, kde si žiaci rozšíria svoje získané poznatky a aplikujú ich na nové situácie. Posledná všeobecná fáza výučby bádateľským spôsobom je vyhodnotenie, v ktorej žiaci posudzujú svoju prácu [5].

Využitie bádateľských modelov pri tvorbe žiackych pracovných listov a metodických listov pre učiteľa prezentujeme v podkapitolách 5.2 a 5.3.

V nasledujúcej kapitole predstavíme tematický celok, do ktorého sme zaradili navrhnuté experimentálne aktivity.

## 2 Tematický celok Periodické deje

Vyučovací predmet fyzika je na gymnáziách v rámci štátneho vzdelávacieho programu ISCED 3A dotovaný 150-timi vyučovacími hodinami v 1. až 3. ročníku. Bližšie rozdelenie hodín je určované jednotlivými školami. Medzi odporúčanými témami kurzu fyziky pre gymnáziá je aj téma Periodické deje, ktorý je dotovaný 15-timi vyučovacími hodinami. Časová dotácia je určená na výklad, demonštračné experimenty, precvičovanie a aj hodnotenie žiakov. Obsahom danej témy sú pojmy ako perióda, pohyby s konštantnou periódou, amplitúda, frekvencia, harmonický, neharmonický periodický dej, vlnenie, Dopplerov jav, interferencia, zvuk, rýchlosť zvuku [1].

Pri vyučovaní tém z celku Periodické deje má učiteľ k dispozícii portfólio experimentov tradičného charakteru, ako napr. znázornenie druhov vlnenia pomocou pružiny, kmitanie závažia na pružine, kmitanie matematického kyvadla a pod. Taktiež je možné napr. na meranie vlastností zvuku využiť niektoré komerčné školské meracie systémy s podporou počítača, ako je Coach alebo Vernier.

Ako už bolo naznačené v úvode, v našej práci sme sa zamerali predovšetkým na využitie digitálneho osciloskopu pri návrhu a realizácii experimentov z oblasti Periodické deje. Známe, ale aj menej známe experimenty sme sa pokúsili upraviť s využitím experimentálnej zostavy tak, aby zodpovedali moderným koncepciám predstaveným v prvej kapitole.

Dôležitosť experimentu vo vyučovaní fyziky a súčasným trendom sa podrobnejšie venujeme v nasledujúcej kapitole.

### 3 Experiment vo vyučovaní fyziky

Ako sme už naznačili v úvode práce, v rámci vyučovania fyziky a ďalších prírodovedných predmetov sa kladie veľký dôraz na využívanie experimentov. Experiment je jednou z metód skúmania okolitého sveta a je nevyhnutný pre získavanie informácií o javoch, alebo dejoch prebiehajúcich okolo nás.

V počiatočnom vyučovaní fyziky bol experiment nosným prvkom výučby. Postupom času sa experimenty zdokonaľovali, ale využívali sa čoraz menej. V druhej polovici 19. storočia však H.E. Armstrong prichádza s predstavou experimentujúcich študentov. Túto predstavu pretavili mnohé krajiny do svojich učebných osnov. Postupne sa prístup založený na objavoch orientoval na laboratórnu prácu. Od študentov sa očakávalo, že sa pokúsia skúmať – podobne ako vedci – javy a deje a napodobňovať tak metódy vedeckej práce [8].

Rozvoj technológií priniesol okrem pokroku aj ľahšiu dostupnosť informácií, čo malo vplyv na znižovanie dôležitosti vzdelávacích prostriedkov s veľkým obsahom informácií. Jednou z činností, na ktorú by sa malo prírodovedné vzdelanie zamerať, je formovanie vlastností spojených s poznávacími metódami, nie na tie, ktoré súvisia s teoretickým stupňom poznania. Ide najmä o budovanie základov logiky a štruktúry experimentu. Vedúcu úlohu experimentu by malo podčiarkovať zapájanie väčšieho množstva experimentálnych aktivít do obsahu vyučovania [9].

V súčasnej dobe je pri výučbe najväčšia pozornosť venovaná samostatnej práci žiakov – aktivitám, ktoré sú zamerané na činnosti vedúce ku konštrukcii nových poznatkov, ale tiež poskytujú žiakovi možnosť získať informácie o tom, ako súvisí rozvoj prírodných vied s rozvojom techniky, technológií. Vedenie žiaka k získavaniu nových informácií jedným zo znakov moderného vzdelávania.

S uvedeným súvisí aj zameranie sa na aktívne poznávanie a bádanie, ktoré sa presadzujú v rámci vyučovania fyziky najmä pri samostatnej experimentálnej činnosti žiakov. Aby bol experiment pre žiaka zaujímavý, zdôrazňuje sa potreba využívania súčasných digitálnych technológií, zároveň by nemal byť veľmi komplikovaný a náročný na realizáciu. Jednou z možností je použitie počítačom podporovaných experimentov.

Počítače sú neodmysliteľnou súčasťou nielen vedeckého výskumu. Transformácia metód vedeckého bádania s využitím počítačov do vyučovacieho procesu je nevyhnutným predpokladom pre prírodovedné vzdelávanie. Význam tejto oblasti

spočíva najmä v experimentálnych činnostiach. Počítačom podporované experimenty sú súčasťou moderných vyučovacích stratégií. Na vykonávanie skutočných počítačom podporovaných experimentov je potrebné vzájomné prepojenie počítača, rozhrania a senzoru [10]. Meracie zariadenia pre počítačom podporované experimenty so sebou nesú požiadavku vysokej finančnej investície. Školám však často chýbajú financie na nákup takýchto meracích zariadení.

Ďalšou nevyhnutnou podmienkou realizácie vlastnej bádateľskej činnosti žiakov na vyučovaní fyziky je dostatočné množstvo aktivít a materiálov na vyučovanie. Aj keď sú bádateľské aktivity predmetom výskumu mnohých štúdií [11], [12], stále je na školách nedostatok materiálov a pomôcok k aktívnemu bádaniu [13], [14], [15].

Ako ukazujú napríklad výsledky prieskumu PISA, úroveň počítačovej vybavenosti na Slovensku je priemerná v rámci krajín OECD [15]. Preto majú informačno-komunikačné technológie potenciál zlepšiť výučbu prírodovedných predmetov, aj keď na školách chýbajú experimentálne zariadenia a materiály [16].

Schopnosť urobiť fyziku zaujímavejšou majú aj podnetné a motivačné experimenty, ktoré je možné vykonávať bez drahého materiálneho vybavenia [17].

Aj keď s postupom času prichádzajú stále nové trendy do vyučovania, experiment bude vždy základným kameňom fyziky. Preto by fyzika, ako učebný predmet, mala omnoho viac využívať experiment vo svojej praxi. Učenie sa fyzikálnych poznatkov, definícií, či vzťahov môže podnecovať negatívne emócie voči predmetu, pretože neobsahuje porozumenie – víťazný pocit z pochopenia problému. Bez toho však nemôže byť fyzika obľúbeným predmetom. Fyzikálne experimenty predstavujú jednu z možností, ako zlepšiť vzťah žiakov ku fyzike [18].

Experiment využitý v bádateľsky orientovanom vzdelávaní je inovačnou metódou. Je však potrebné túto metódu popularizovať medzi učiteľmi prírodovedných predmetov a dodať množstvo materiálov na realizáciu bádateľských experimentálnych aktivít [19].

V nasledujúcej kapitole popisujeme experimentálnu zostavu, ktorá by mohla byť vhodnou pomôckou pri realizácii experimentov v rámci bádateľsky orientovaného prírodovedného vzdelávania.

## 4 Experimentálna zostava

Využitie miniatúrneho digitálneho osciloskopu DSO 150 sa ukazuje byť vhodnou alternatívou na uskutočnenie bádateľských aktivít žiakov v rámci vyučovania fyziky. Digitálny osciloskop sa dá využiť nielen pri experimentálnej činnosti žiakov, ale aj pri vykonávaní demonštračných experimentov. Po pripojení vstupných periférií, ktoré slúžia ako analógové senzory, je možné nielen zobrazit' priebehy periodických dejov, ale aj zmerať ich základné charakteristiky. Použili sme zvukový, elektromagnetický a svetelný senzor na zachytávanie vstupných informácií a ich premenu na zmeny elektrického napätia v čase, aby ich bolo možné merať osciloskopom. Vďaka využitiu rôznych typov senzorov máme možnosť získavať rozličné typy vstupných informácií. To nám zároveň umožnilo navrhnuť pomerne rozsiahle portfólio experimentov z tematickej oblasti Periodické deje.

Experimenty sme modifikovali na využitie digitálneho osciloskopu aj z dôvodu jeho cenovej nenáročnosti. Pre potreby žiackeho bádania je vhodné mať viac rovnakých druhov meracích systémov, aby aktivity mohli byť vykonávané v rámci hodiny všetkými žiakmi, resp. skupinami žiakov. Nákup aj väčšieho množstva miniatúrnych digitálnych osciloskopov, či súčastí senzorov si nevyžaduje vysoké finančné investície.

Z týchto dôvodov je hlavným komponentom našej experimentálnej zostavy digitálny osciloskop. Osciloskop je prístroj, ktorým je možné merať zmeny el. napätia v čase. Okrem toho však dokáže merať hodnoty aj iných fyzikálnych veličín, takých, ktoré vieme previesť na napäťové signály.

Osciloskopy delíme podľa toho, na akom princípe fungujú na:

1. analógové (ART – z angl. „Analog real time“),
2. digitálne (DSO – z angl. „Digital storage oscilloscope“) [20].

### Analógový osciloskop

Analógové osciloskopy zobrazujú signál neustále, bez vzorkovania. To znamená, že signál, nie je možné zastaviť. Výhodou však je, že zobrazujú signál neskreslený prevodníkmi, v reálnom čase.

### Digitálny osciloskop

Digitálne osciloskopy zobrazujú signál v určitých časových intervaloch. Signál sa ukladá do pamäte a je možné ho zastaviť. Signál však musí byť upravený prevodníkom, aby mohol byť uchovaný [20].

#### **4.1 Digitálny osciloskop DSO 150 a vstupné periférie**

Základom použitej meracej zostavy je vreckový, digitálny, jednokanálový, 12-bitový osciloskop DSO 150, ktorý na trh uviedla firma JYE Tech. Verzia DSO 150 je vybavená pevným vonkajším krytom s tlačidlami a otočným ovládačom. Taktiež je osciloskop vybavený 2,4`` TFT LCD displejom s rozlíšením 320x240 pixelov. Hlavnou časťou osciloskopu je mikrokontrolér s 32-bitovým procesorom CORTEX M3 ARM. Skupina týchto procesorov pracuje pri frekvencii 72 MHz a majú zabudované vysokorýchlostné pamäte až do veľkosti 128 kB. Ďalej obsahujú 12 - bitové ADC prevodníky, univerzálne časovače, PWM časovač a pokročilé komunikačné rozhrania [21].

Z doposiaľ získaných skúseností môžeme povedať, že ovládanie osciloskopu sa javí byť veľmi intuitívne. Keďže však výrobca neposkytuje k tomuto zariadeniu podrobnejší návod, pripravili sme jeho slovenskú verziu, ktorá je obsahom prílohy č. 7 a má slúžiť nielen pre potreby učiteľa, ale aj žiaka.

Tlačidlá na výber vertikálnej, horizontálnej polohy a spúšťača sú pomerne ľahko dostupné. Umožňuje to rýchlo meniť parametre signálu a prispôbovať ho rozličným potrebám. Osciloskop ukladá signál digitálne, užívateľ tak vie signál zastaviť a podrobnejšie ho preskúmať. Vďaka jednoduchému ovládaniu pomocou otočného ovládača je možné posúvať signál pozdĺž osí x aj y a detailnejšie zobrazovať jednotlivé časti signálu.



Obr. 1 Digitálny osciloskop DSO 150

Zdroj: Autor

Charakteristika základných vlastností osciloskopu DSO 150:

- 1 analógový kanál
- Šírka pásma: 0 až 200 kHz
- Vzorkovacia frekvencia: 1 MS/s
- Časová základňa: 10  $\mu$ s až 500 s
- Módy: AUTO, NORMAL, SINGLE
- Citlivosť: 5 mV/d až 20 V/d
- Maximálne vstupné napätie: 50 V
- Vertikálne rozlíšenie: 12 bitov
- Vstupná impedancia: 1 M $\Omega$
- Veľkosť pamäte: 1000 bodov
- Vstavaný generátor: 1 kHz, 3,3 V
- Funkcia HOLD
- Rozmery: 115 x 75 x 22 (mm)
- Hmotnosť 100 g [22]

Komerčne dostupné konfigurácie osciloskopu:

- 15001K – sada, kde analógové súčiastky sú prispájkované k základnej a k analógovej doske,
- 15002K – sada, kde analógové súčiastky nie sú prispájkované k základnej a k analógovej doske,
- 15001 – sada obsahuje plne zostavený osciloskop.

Obsah balenia závisí od vybranej sady. Balenie obsahuje: 1x BNC konektor, 1x návod na stavbu a stručný manuál v anglickom jazyku, 1x osciloskop DSO 150 (buď plne poskladaný, alebo samostatné súčiastky osciloskopu, ktoré je nutné poskladať).

Pri realizácii experimentov je potrebné okrem osciloskopu použiť aj rôzne druhy analógových senzorov, ktoré sú nevyhnutné na vykonanie experimentu. Medzi tieto senzory v našom prípade patrí elektromagnetický senzor (cievka 12000 závitov), svetelný senzor (fotočlánok s predzosilňovačom a s laserovým modulom) a zvukový senzor (mikrofón s predzosilňovačom).

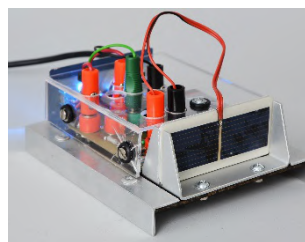
Dôležitou súčasťou experimentálnej zostavy (Obr.2 e) je aj zdroj jednosmerného napätia 9 V a 5 V, ktorého úlohou je napájanie osciloskopu a jednotlivých modulov zostavy. Použitie zdroja oproti napájaniu z batérií predstavuje výhodu najmä z praktických dôvodov. Zdroj obsahuje dva 9 V DC/DC meniče (AM6CW-2409S-NZ) a jeden 5 V DC/DC menič (AM3T-1205S-RVZ) firmy Aimtec. Preto, aby sa komponenty našej zostavy neovplyvňovali, meniče vytvárajú tri navzájom galvanicky oddelené zdroje – dva 9 V a jeden 5 V. Okrem štandardných typov ochrán obsahuje zdroj aj ochranu proti prepólovaniu. Pre zobrazenie správnosti zapojenia je zdroj vybavený farebnými diódami.



(a)



(b)



(c)



(d)



(e)



(f)

Obr. 2 Experimentálna zostava (a) –Digitálny osciloskop DSO 150; (b) – Zvukový senzor (elektretový mikrofón s predzosilňovačom); (c) + (d) -Svetelný senzor (fotočlánok s predzosilňovačom + laserový modul); (e) –zdroj jednosmerného el. napätia; (f) – Mini MP3 prehrávač.

Zdroj: Autor

Ako sme už spomenuli, využitie takejto experimentálnej zostavy umožňuje realizovať žiacke experimentálne aktivity s menej tradičnými metódami merania, ale aj niektoré netypické experimenty. Zároveň je – vzhľadom k jednoduchosti použitia – vhodná na vlastnú bádateľskú činnosť žiakov.

V nasledujúcej kapitole stručne popisujeme niektoré experimenty, ktoré sme s meracou zostavou zrealizovali, ako aj štruktúru žiackeho pracovného listu a metodického listu pre učiteľa.

## 5 Návrh experimentálnych aktivít

Na základe potreby podpory bádateľsky orientovaného vyučovania a potreby motivácie žiakov k štúdiu prírodných vied sme sa rozhodli navrhnúť niekoľko experimentov, ktoré by – ako veríme – mohli prispieť nielen k motivácii žiakov na hodinách fyziky. Všetky nižšie popísané experimenty sú najmä z oblasti Periodického deja. Aktivity sú navrhnuté špeciálne na použitie experimentálnej zostavy, ktorú podrobnejšie opisujeme v kapitole 4. Jednotlivé experimenty sa odlišujú senzormi, ktoré používame na prevod vstupných informácií na zmeny el. napätia, a tiež ich zámerom. Niektoré experimenty sú demonštračné, iné zaraďujeme medzi potvrdzujúce bádanie.

Všetky uvedené experimenty boli navrhnuté tak, aby ich bolo možné realizovať aj s podporou počítača.

### 5.1 Popis navrhnutých experimentov

Keďže sme sa v našej práci zamerali na tematický celok Periodického deja, venujeme sa v experimentálnych aktivitách najmä vybraným vlastnostiam zvuku a kmitaniu. Realizovali sme všetky nižšie popísané aktivity, ale do formy žiackych pracovných listov a metodických listov pre učiteľa sme spracovali a optimalizovali iba časť z nich.

Experimenty sme sa pokúsili navrhnúť tak, aby v maximálne možnej miere využili možnosti meracej zostavy s ohľadom na pripojenie rôznych druhov senzorov. Na aplikáciu zvukového senzora, tvoreného elektretovým mikrofónom a jednoduchým predzosilňovačom, sú zamerané experimenty 5.1.1 (Meranie obvodovej rýchlosti kola s využitím Dopplerovho javu) a 5.1.2 (Meranie rýchlosti zvuku pomocou kuchynskej rolky). Svetelnú závoru (laserový modul ako zdroj svetla a fotočlánok s predzosilňovačom ako svetelný senzor) sme využili v experimente 5.1.3 Meranie tiažového zrýchlenia pomocou matematického kyvadla. Na podobnom princípe je založené aj určovanie priečnych vibrácií struny z rybárskeho vlasca (experiment 5.1.5), avšak v tomto prípade už vzhľadom k rýchlosti prebiehajúceho periodického deja môžeme hovoriť o mechanickej modulácii laserového lúča, spôsobenej prechodom kmitajúceho rybárskeho vlasca cez tento lúč. Podobná mechanická modulácia laserového lúča, avšak spôsobená odrazom od lesklého kovového povrchu kmitajúceho ramena ladičky, umožňuje zachytiť jej kmitanie a zmerať jeho charakteristiky (experiment 5.1.6). V oboch prípadoch uvedenej mechanickej modulácie svetla je

možné zachytené priebehy aj počuť v reálnom čase, a to po pripojení svetelného senzora priamo na aktívne reproduktory. Pri meraní zotrvačnej hmotnosti telesa pomocou pružinového oscilátora v experimente 5.1.4 slúži cievka s dostatočným počtom závitov ako elektromagnetický senzor, v ktorej sa pohybom magnetu indukuje napätie v dôsledku javu elektromagnetickej indukcie.

### 5.1.1 Meranie obvodovej rýchlosti kolesa s využitím Dopplerovho javu

Experimentálna zostava je zložená z osciloskopu a zvukového senzora. Medzi ostatné pomôcky využité pri určovaní obvodovej rýchlosti patria: miniatúrny MP3 prehrávač, koleso od bicykla.

Na koleso pomocou gumičiek pripevníme MP3 prehrávač. V smere pohybu prehrávača pri otáčaní kolesa upevníme na laboratórnom stojane zvukový senzor, ktorý je pripojený na osciloskop. Na prehrávači spustíme vybraný signál sínusového priebehu so stálou frekvenciou a zmeriame základnú frekvenciu, keď je koleso v pokoji. Koleso roztočíme tak, aby reproduktor prehrávača bol nasmerovaný na mikrofón. Z nameraných priebehov určíme zmeny frekvencie, ktoré zaznamenávame do tabuľky.

Alternatívou vyššie uvedeného merania je možnosť určiť obvodovú rýchlosť kolesa pomocou magnetu a cievky, s využitím javu elektromagnetickej indukcie. V tom prípade nameriame periodické zmeny indukovaného napätia v závislosti od vzájomného pohybu magnetu upevneného na kolese voči cievke.

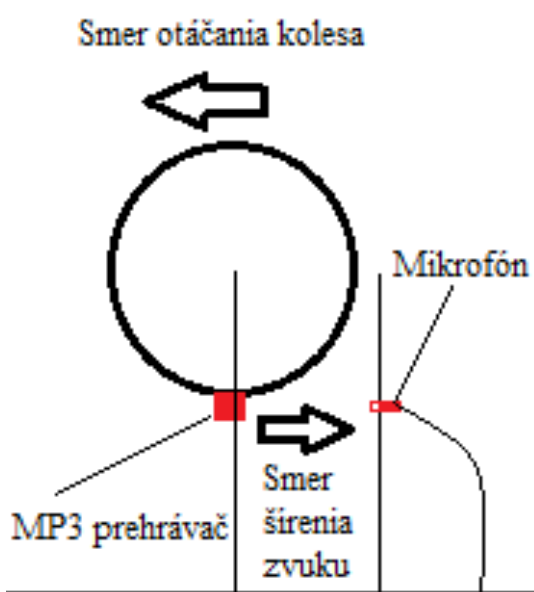


Schéma 1 Zostavenie aparatury pri meraní obvodovej rýchlosti kolesa  
Zdroj: Autor

### 5.1.2 Meranie rýchlosti zvuku pomocou kuchynskej rolky

Experiment umožňuje určiť rýchlosť zvuku, ktorý sa šíri v uzavretom priestore a odráža sa od pevnej prekážky. V súčasnosti sa zvyčajne realizuje s podporou počítača a s pomocou 1 m až 1,5 m plastovej alebo papierovej trubice [23].

Vďaka využitiu miniatúrneho MP3 prehrávača, na ktorého SD kartu sme nahrali MP3 súbor obsahujúci veľmi krátke zvukové impulzy, ktoré sa opakujú v pravidelných intervaloch asi po 0,2 s, bolo možné skrátiť dĺžku trubice na cca 20 cm. Zároveň sme na detekciu odrazeného zvuku použili digitálny osciloskop so zvukovým senzorom (Schéma 2).

Žiaci môžu vykonať experiment samostatne, alebo v skupinách priamo na lavici. Použitie osciloskopu na meranie umožňuje jednoduché odčítanie hodnoty vzdialenosti maxim alebo minim zvukového priebehu (ich vzdialenosť zodpovedá času, za ktorý zvuk prejde od zdroja k podložke a naspäť k mikrofónu). Rýchlosť zvuku určíme ako podiel dvojnásobku dĺžky rolky a časového rozdielu medzi maximami alebo minimami.

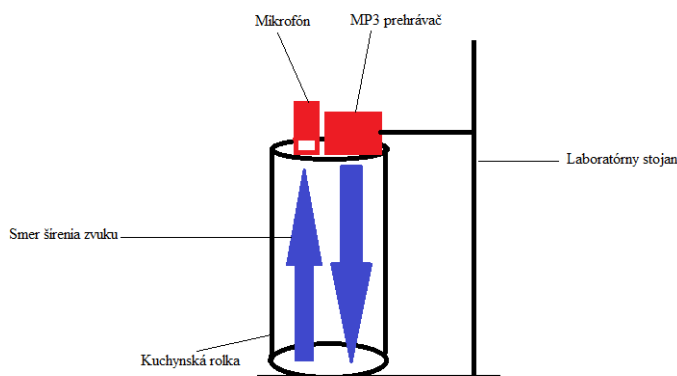


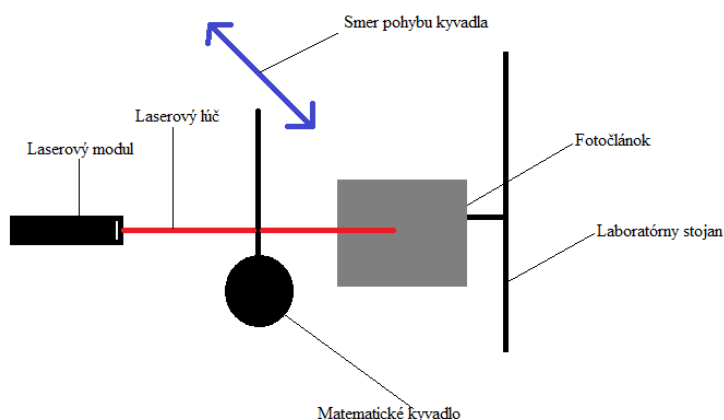
Schéma 2 Zostavenie aparatury pri meraní rýchlosti zvuku  
Zdroj: Autor

### 5.1.3 Meranie tiažového zrýchlenia pomocou matematického kyvadla

Experiment umožňuje určiť tiažové zrýchlenie s využitím matematického kyvadla. Žiaci bežne pri meraní tiažového zrýchlenia určujú dobu kyvu pomocou stopiek.

Dobu kyvu matematického kyvadla je však možné veľmi presne určiť s využitím svetelného senzora. Keď je laserový lúč prerušovaný závesom matematického kyvadla počas jeho periodického pohybu, na fotočlánku dochádza ku zmenám napätia (Schéma 3). Tie je možné zaznamenať napríklad pomocou osciloskopu. Keďže osciloskop zobrazí priamo hodnotu doby kyvu kyvadla, výrazne to skráti čas potrebný

na meranie. Zároveň sa minimalizuje chyba vznikajúca pri práci so stopkami a zvýši sa presnosť merania.



*Schéma 3 Zostavenie aparatury pri meraní tiažového zrýchlenia  
Zdroj: Autor*

#### **5.1.4 Meranie hmotnosti telesa pomocou pružinového oscilátora**

Cieľom experimentu je určiť zotrvačnú hmotnosť závažia pomocou známej hodnoty tuhosti pružiny. Pri meraní sa využíva okrem spomínaného osciloskopu aj elektromagnetický senzor.

Na pružinu zavesíme závažie s neznámou hmotnosťou a až naňho zavesíme závažie s magnetom. Závažia vychýlime z rovnovážnej polohy a necháme kmitať nad cievkou, ktorá je pripojená na osciloskop (Schéma 4).

Pri meraní sa uplatňuje jav elektromagnetickej indukcie, keďže periodická zmena indukovaného napätia vyvolaná pohybom závažia stredom cievky bude zaznamenávaná osciloskopom, ktorý zobrazí hodnotu periódy. Podobne, ako v predchádzajúcom experimente, je priame určenie periódy menej časovo náročné.

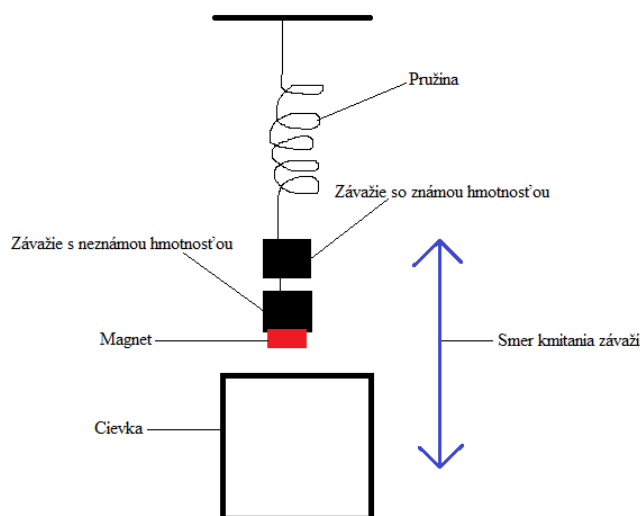


Schéma 4 Zostavenie aparatury pri meraní zotrvačnej hmotnosti závažia  
Zdroj: Autor

### 5.1.5 Meranie priečných vibrácií struny z rybárskeho vlasca

Cieľom experimentu je zmerať priečne vibrácie struny z rybárskeho vlasca. Svetelný senzor umožňuje merať, zaznamenať a aj počuť zvuk vibrujúceho rybárskeho vlasca natiahnutého medzi laboratórnymi svorkami. Laserový lúč prechádza rybárskym vlascom a dopadá na fotočlánok. Kmitanie struny periodicky prerušuje laserový lúč a na osciloskope zaznamenávame zmeny el. napätia. Pripojením aktívnych reproduktorov je možné počuť zvuk, ktorý vydáva kmitajúca struna. Po rozkmitaní struny zistujeme hodnotu frekvencie kmitavého pohybu.

Experiment umožňuje zmerať aj vyššie frekvencie kmitania struny – napríklad ju po rozkmitaní môžeme prichytiť dvoma prstami v polovici jej dĺžky a zmerať frekvenciu.

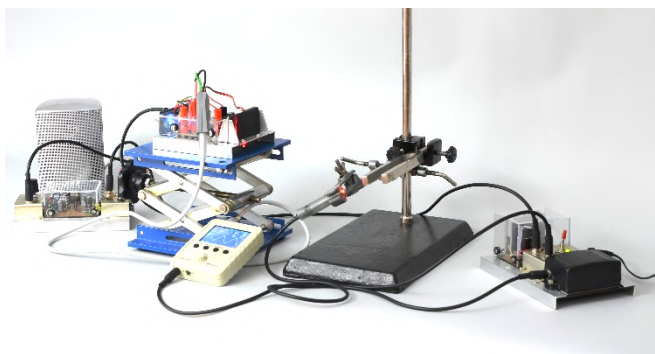


Obr. 3 Zostava pri meraní vibrácií struny  
Zdroj: [24]

#### 5.1.6 Meranie vibrácií ladičky bez rezonančnej skrinky

Experiment je zameraný na zistenie charakteristík zvuku vibrujúcej ladičky. Podobne, ako v predchádzajúcom experimente, aj tu vieme vďaka svetelnému senzoru merať vlastnosti kmitajúcich telies. V tomto prípade ide o vibrácie ladičky.

Laserový lúč sa odráža od okraja ladičky a dopadá na otvor na fotočlánku. Po klepnutí gumovou paličkou na ladičku dôjde k jej rozvibrovaniu a tým k vychýľovaniu odrazeného lúča. Na osciloskope zachytíme signál a odčítame hodnotu frekvencie. Ladičku môžeme pripevniť k rezonančnej skrinke, zmerať hodnotu frekvencie zvuku a získané hodnoty porovnať.



Obr. 4 Zostava použitá pri meraní vibrácií ladičky  
Zdroj:[24]

## 5.2 Ukážka štruktúry žiackeho pracovného listu

Prvou časťou žiackeho pracovného listu je úvod, ktorý obsahuje zaujímavé informácie súvisiace s témou experimentu. Uvádza žiakov do problematiky a načrtne, s akými pojmami a javmi sa žiak oboznámi.

Nasleduje diskusia, ktorá je prioritne zameraná na formuláciu hypotézy. Žiaci majú nielen napísať, ako podľa nich experiment dopadne, ale majú to aj zdôvodniť. Ak je žiacka hypotéza správna, žiak si ju potvrdí výsledkom merania. Ak hypotéza nie je správna, žiak si ju môže ľahko porovnať s výsledkom merania a uvedomiť si, kde vo svojich predpokladoch spravil chybu. Z toho dôvodu je táto časť pracovného listu veľmi dôležitá.

Nasledujúcou časťou žiackeho pracovného listu je úloha, kde je uvedené, čo presne má žiak v rámci aktivity zrealizovať.

Postup merania sa zameriava na nastavenie experimentálnej zostavy, a to najmä na konfiguráciu osciloskopu, aby žiaci vedeli správne namerať požadovanú fyzikálnu veličinu. Ďalej sa v postupe merania nachádzajú tabuľky, do ktorých žiaci zapisujú namerané hodnoty. Priestor pre výsledok merania je oddelený kvôli prehľadnosti od ostatných hodnôt.

Predposlednou časťou pracovného listu je analýza merania. Žiaci analyzujú výsledky experimentu, odpovedajú na otázky, ktoré sa vzťahujú k nameraným dátam a porovnávajú zistené výsledky so svojimi hypotézami.

Pracovné listy obsahujú aj rozširujúce informácie v časti „Súvis so životom, praxou a prírodou“. Zaujímavé informácie sú najmä z oblasti biofyziky a techniky.

Súčasťou žiackeho pracovného listu sú aj námety na ďalšie aktivity, kde sú uvedené alternatívne možnosti merania, prípadne námety na porovnávanie jednotlivých postupov merania, alebo návrhy na obmeny základného meracieho postupu.

Záver je poslednou časťou každého pracovného listu. Žiaci zhodnotia priebeh experimentu. V rámci bádateľskej koncepcie žiaci vyvodzujú závery, získané poznatky prezentujú a navrhujú ešte iné alternatívy merania ako tie, predložené v námetoch na ďalšie aktivity. V tejto časti sa necháva priestor pre žiakov a ich subjektívny názor a pohľad na experiment.

V ďalšej podkapitole priblížime štruktúru metodického listu pre učiteľa, ktorá je – podobne ako štruktúra žiackeho pracovného listu – inšpirovaná metodikami vydanými v rámci projektu IT Akadémia.

### 5.3 Ukážka štruktúry metodického listu pre učiteľa

Metodické listy pre učiteľa obsahujú okrem základných informácií potrebných k úspešnej realizácii experimentálnej aktivity vrátane návrhu priebehu aktivity aj ďalšie rozširujúce informácie.

V úvode je učiteľovi predstavená téma pracovného listu zaradená v rámci ŠVP. Obsahuje aj informácie, aké vedomosti by mali žiaci pred realizáciou merania poznať. Druhá časť metodického listu sa nazýva Priebeh výučby a je rozdelená do štyroch bodov:

- Motivácia
- Zostavenie experimentu
- Meranie
- Vyhodnotenie

V motivačnej časti sú tipy pre učiteľa, akými otázkami, alebo informáciami možno uviesť žiakov do problematiky experimentu. Slúži na otvorenie diskusie medzi žiakmi, brainstorming a triedenie otázok.

V časti zostrojenie experimentu sú presné informácie o zapojení jednotlivých častí zostavy a doplňujúce informácie, na čo si treba dať pozor pri realizácii zapojenia. V prípade, že ide o demonštračný experiment, môže učiteľ spolupracovať so žiakmi, rozdeliť im úlohy, aby sa mohli podieľať na experimentovaní [25].

Meranie je analogická časť k postupu merania v žiackom pracovnom liste. Sú tu popísané rady pre presnejšie meranie a zmenšenie chyby merania.

Ďalšou časťou je vyhodnotenie, kde sa kladie dôraz na prezentáciu výsledkov žiakmi.

V závere sa ponecháva priestor na diskusiu medzi učiteľom a žiakmi o chybách, ktoré by mohli ovplyvniť meranie. Učiteľ spolu so žiakmi analyzuje nadobudnuté poznatky. Nadobudnuté vedomosti spájajú s už známymi poznatkami. Žiaci diskutujú svoje návrhy na alternatívne skúmanie daného javu s učiteľom.

Vzorové ukážky žiackeho pracovného listu a metodického listu pre učiteľa sú prezentované v podkapitolách 5.4, 5.5. Kvôli rozsahu práce sú zvyšné žiacke pracovné listy, ako aj metodické listy pre učiteľa obsahom príloh č.1 až 6.

## 5.4 Ukážka žiackeho pracovného listu

### Pracovný list: „Dopplerov jav“

#### Úvod:

Určite sa vám už niekedy stalo, že ste sa nachádzali pri ceste, po ktorej práve šlo policajné auto, alebo sanitka. Ak malo zapnuté aj výstražné zvukové signály, nemohli ste ho prehliadnuť. Zvuk, ktorý siréna vydávala však akoby nebol stále rovnaký. Bol iný, keď sa auto približovalo a opäť akoby sa trochu zmenil, keď sa vzdŕaľovalo. Zvuk však siréna vydáva stále ten istý, prečo ste potom počuli kolísanie tónu sirény?

#### Diskusia:

Kedy bude mať zvuk vyššiu frekvenciu, pri pohybe od pozorovateľa, alebo k nemu? Svoje tvrdenia zdôvodnite!

Hypotéza:

|  |
|--|
|  |
|--|

#### Úloha:

- Zmerať frekvenciu zdroja pohybujúceho sa k pozorovateľovi

#### Postup merania:

Na meranie potrebujeme:

- Osciloskop DSO 150 so zdrojom
- Miniaturný MP3 prehrávač
- Zvukový senzor
- Koleso z bicykla
- Malé gumičky (aspoň 3 ks.)
- Laboratórny stojan (2 ks.) so svorkami (min. 3 ks.)

- Zostavíme aparátúru podľa schémy.
- Pri meraní frekvencie zvuku pri pohybe k pozorovateľovi nastavíme polohu zdroja a senzora (plní funkciu pozorovateľa) podľa schémy (Schéma 1).
- Na mini MP3 prehrávači vyberieme signál so základnou frekvenciou 3 kHz. Jej presnú hodnotu  $f_0$  určíme osciloskopom a zapíšeme ju do tabuľky.
- Následne roztočíme koleso s pripevneným mini MP3 prehrávačom a spusteným signálom.
- Z obrazovky osciloskopu odčítavame hodnoty frekvencie  $f_1$  a zapisujeme do tabuľky v iba posledné dve cifry. (Príklad: 3005 Hz, zapíšeme ako 05 Hz.)
- Po desiatich meraniach čísla dopíšeme a ďalej s nimi počítame ako s klasickým štvorciferným číslom.

Rýchlosť kolesa vyjadríme pomocou vzťahu:

$$v = 340 \cdot \left( \frac{f_0}{f_1} - 1 \right)$$

kde  $f_0$  je základná frekvencia, odmeraná v pokoji,  $f_1$  je frekvencia pri pohybe kolesa, 340 je tabuľková hodnota rýchlosti zvuku ( $340 \text{ ms}^{-1}$ ).

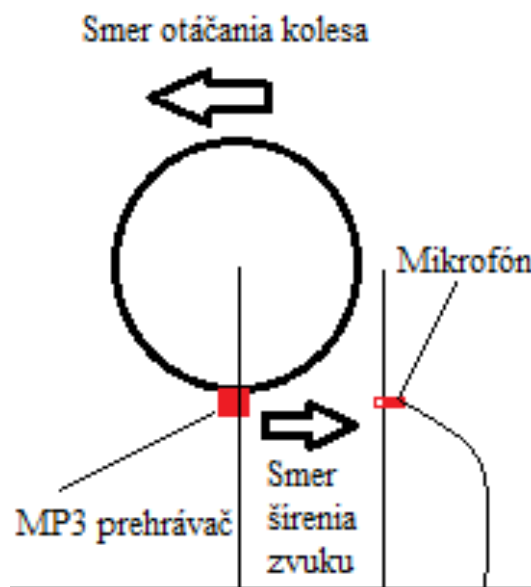


Schéma 1 Zostavenie aparátúry pri meraní obvodovej rýchlosti kolesa  
Zdroj: Autor

| $f_0$ [Hz] | Číslo<br>merania | $f_1$ [Hz] | $v$ [m/s] |
|------------|------------------|------------|-----------|
|            |                  |            |           |
|            |                  |            |           |
|            |                  |            |           |
|            |                  |            |           |
|            |                  |            |           |
|            |                  |            |           |
|            |                  |            |           |
|            |                  |            |           |
|            |                  |            |           |
|            |                  |            |           |

Aká je priemerná zistená rýchlosť kola pri pohybe zdroja zvuku k pozorovateľovi?

### Analýza merania:

Prečo dochádza k zmene frekvencie zvuku pri pohybe zdroja smerom k pozorovateľovi?

Porovnajte vami namerané údaje s hypotézou v časti „diskusia“!

**Súvis so životom, praxou a prírodou:**

Niektoré zvieratá sa orientujú v priestore echolokáciou. Medzi zvieratá využívajúce echolokáciu patria napr. netopiere, veľryby, delfíny a pod. Princíp echolokácie je založený na Dopplerovom jave.

Technickou vymoženosťou založenou na Dopplerovom jave sú aj sonary, či sonografy. Sonar sa využíva na lokalizáciu objektov v letectve, námorníctve ale aj v iných odvetviach. V medicíne sa využívajú sonografy na zobrazovanie mäkkých tkanív – uzlín, štítnej žľazy, plodu, alebo kardiovaskulárneho systému. Taktiež sa na meranie prietoku krvi organizmom používa ultrazvukové zariadenie, ktoré pracuje na princípe Dopplerovho javu. Ako podľa vás toto zariadenie funguje?

**Námety na ďalšie aktivity:**

- Skúste zmerať rýchlosť kolesa pri pohybe zdroja od pozorovateľa. Toto meranie vykonáte pri rovnakom nastavení experimentálnej zostavy s tým rozdielom, že mikrofón bude otočený o 180°.
- S využitím kamery smartfónu a systému Coach skúste analyzovať rýchlosť otáčania kolesa a porovnať ju s nameranou hodnotou.
- Ak máte k dispozícii dva smartfóny so systémom Android, na jeden z nich stiahnite aplikáciu Spectrum Analyzer a na druhý Frequency sound generator. Telefón s generátorom pripevnite na jednoduchý vozíček s gumenými kolieskami a spustite zvuk. Telefón so spusteným analyzátorom položte do blízkosti pohybu vozíčka s generátorom zvuku. Nechajte prejsť vozíček popri telefóne a sledujte zmenu frekvencie. Vypočítajte rýchlosť vozíčka.

**Záver**

## 5.5 Ukážka metodického listu pre učiteľa

### Dopplerov jav

#### Úvod

Aktivitu na zisťovanie rýchlosti kolesa s využitím Dopplerovho javu odporúčame použiť ako demonštračný experiment. Pred meraním by žiaci mali poznať princíp Dopplerovho javu. Absolvovaním aktivity si žiaci overia platnosť Dopplerovho javu.

#### Priebeh výučby

1. **Motivácia** – učiteľ so žiakmi hľadajú príklady zmeny frekvencie zvuku z bežného života. Učiteľ môže na priblíženie zobrazit' video z širokého portfólia, ktoré ponúka portál [www.youtube.com](http://www.youtube.com) s tematikou Dopplerovho javu.
2. **Zostavenie experimentu** – žiaci spolu s učiteľom pripravujú potrebné pomôcky. Pri zostavení aparatury je potrebné dodržať správne umiestnenie MP3 prehrávača a mikrofónu. V opačnom prípade budú výsledky zaťažené hrubými chybami.  
  
Gumičkami upevníme reproduktor na kostru kolesa a nastavíme správnu polohu mikrofónu a MP3 prehrávača (Schéma 1) Na osciloskope zobrazíme trojnásobným stlačením tlačidla TRIGGER šípku v pravej časti osciloskopu, ktorá sa sfarbí do modra. Ovládaním šípky v zvislom smere určíme, pri akej zmene napätia má osciloskop merať. To dosiahneme pohybom zapnutého reproduktora so stabilnou frekvenciou popri mikrofóne. Ak bude osciloskop merať v správnom rozsahu, budú výsledky presnejšie.
3. **Meranie** – Navrhujeme pri meraní tejto aktivity spolupracovať so žiakmi, rozdeliť im úlohy. Učiteľ sa sám rozhodne, ktorými časťami merania poverí žiakov a ktoré vykoná on. Učiteľ so žiakmi budú zisťovať, ako sa mení frekvencia zvukového signálu, ktorý sa pohybuje smerom k mikrofónu. Využijú funkciu TRIGGER osciloskopu. Táto funkcia nám určí v móde NORMAL čas za ktorý má osciloskop namerať svojich 1000 bodov, ktoré dokáže uchovať do pamäte.

Pred roztočením kolesa zmeriame základnú frekvenciu tak, že priblížime na krátku dobu reproduktor k mikrofónu. Túto hodnotu si žiaci zapíšu ako hodnotu základnej frekvencie  $f_0$ .

Roztočíme koleso s pevne upevneným reproduktorom v proti smere hodinových ručičiek tak, aby v istom momente pohybu výstup reproduktora smeroval priamo na mikrofón. Z displeja osciloskopu odčítavame hodnoty frekvencií a rýchlo ich zapisujeme. Zápis je pre rýchlosť merania a nutnosť byť úplne potichu vhodné urobiť nasledovne:

Ak je základná frekvencia napr. 2000 Hz, potom hodnoty, frekvencií na osciloskope budú približne v intervale [1950 – 2050] Hz. Preto sa odporúča zapisovať do tabuľky iba cifry na mieste jednotiek a desiatok. Napr. Ak osciloskop zobrazí hodnoty: (2006, 2010, 2028, 1997, 1980) Hz – zapíšeme ich do tabuľky ako: (06, 10, 28, 97, 80) Hz. Ďalej však s nimi počítame ako s normálnymi hodnotami:  $f_1=2006$  Hz, alebo  $f_1=2010$  Hz a pod.

Keďže tento systém je veľmi citlivý – osciloskop dokáže zaznamenať aj malé zmeny napätia – reaguje na okolité zvuky a šumy. Z tohto dôvodu musia byť všetci zúčastnení potichu, inak bude meranie ovplyvnené zvukmi z okolia.

Ak sa výsledky nezhodujú s teóriou, je potrebné zmeniť nastavenie začiatku a konca merania funkciou TRIGGER. Znamená to, že rozsah osciloskopu bol zle nastavený a nemeral v časovom intervale, kedy popred neho prešiel MP3 prehrávač. Niekedy je tiež potrebné zvýšiť hlasitosť reproduktora MP3 prehrávača. Taktiež je vhodné podložiť stojan nejakou gumovou podložkou, ktorá by tlmila vibrácie a tak bránila vzniku nechceného šumu.

V alternatívnej časti merania zostáva poloha mikrofónu rovnaká, ale MP3 prehrávač otočíme o 180° a uchyťme ho. Stlačením tlačidla TRIGGER a potočením otočného ovládača zmeníme nastavenie merania na osciloskope. Opäť zmeriame základnú frekvenciu. Roztočíme koleso a meranie prebieha rovnako ako v prvej časti – určíme zmenu frekvencie voči základnej frekvencii, ako aj v oboch prípadoch rýchlosť pohybu kolesa na základe známych vzťahov.

4. **Vyhodnotenie** – Žiaci buď potvrdia, alebo vyvrátia svoje hypotézy a určia rýchlosť kolesa. Odpovedajú na otázky v pracovnom liste.

**Doplňujúce úlohy a záver**

V závere ďalej žiaci zhrnú poznatky nadobudnuté počas merania a objektívne zhodnotia priebeh merania. Ak má učiteľ k dispozícii dostatok času a pomôcok, môže sa so žiakmi venovať doplňujúcim úlohám.

## Záver

Práca poskytuje námety pre učiteľov fyziky, ale aj iných prírodovedných predmetov na realizáciu experimentálnych aktivít súvisiacich s pravidelne opakujúcimi sa dejmi v prírode.

Na základe nadobudnutých skúseností môžeme tvrdiť, že využitie digitálneho osciloskopu spolu s jednoduchými perifériami sa ponúka ako jednoduchá a lacná alternatíva v tom prípade, pokiaľ učiteľ nemá k dispozícii dostatočné množstvo prevodníkov s počítačmi a senzormi na realizáciu podobných žiackych aktivít. Takéto aktivity umožňujú žiakom osvojiť si schopnosť pracovať s grafmi, tabuľkami, schémami, obrázkami, náčrtmi, ako aj základné postupy, ktorými prírodné vedy získavajú nové poznatky. Vytvárajú tiež priestor na to, aby sa žiaci naučili používať digitálne technológie pri vyhodnocovaní a spracovaní získaných dát.

Naša zostava prináša jednoducho ovládateľný prostriedok na experimentovanie žiakov aj učiteľov. Rozširuje možnosti využitia moderných technológií vo vyučovaní. V kombinácii s navrhnutými aktivitami predstavuje ucelenú pomôcku pre bádateľsky orientované vyučovanie fyziky na školách.

Žiacke pracovné listy a metodické listy pre učiteľov sú vytvorené s úmyslom motivovať žiakov k štúdiu fyziky a inšpirovať učiteľov pri experimentovaní s našou experimentálnou zostavou.

Do budúcnosti plánujeme overiť pripravené žiacke pracovné listy aj metodické listy pre učiteľa vo vyučovacom procese, ako aj v rámci aktivít popularizačného charakteru realizovaných na katedre fyziky. Dúfame, že spomínané experimenty sa ukážu ako motivujúce pre žiakov a prispedia tak k zvýšeniu ich záujmu o prírodné vedy a konkrétne o predmet fyzika. Tiež predpokladáme ich začlenenie do vybraného povinne voliteľného, prípadne voliteľného predmetu učiteľského štúdia fyziky.

Veríme, že prezentovaná zostava pomôže učiteľom a žiakom pri ich experimentálnej činnosti a prispeje ku modernizácii vyučovania nielen fyziky.

## Zoznam bibliografických odkazov

- [1] Štátny pedagogický ústav SR, *Inovovaný štátny vzdelávací program pre gymnáziá so štvorročným a päťročným vzdelávacím programom*. Dostupné na internete: [http://www.statpedu.sk/files/articles/dokumenty/inovovany-statny-vzdelavaci-program/fyzika\\_g\\_4\\_5\\_r.pdf](http://www.statpedu.sk/files/articles/dokumenty/inovovany-statny-vzdelavaci-program/fyzika_g_4_5_r.pdf)
- [2] KUBICEK John. 2005. *Inquiry-based learning, the nature of science, and computer technology: New possibilities in science education*. In: Canadian Journal Of Learning And Technology / La Revue Canadienne De L'Apprentissage Et De La Technologie, 31 (1). [online] [cit. 2020-05-4] Dostupné na internete: <https://www.cjlt.ca/index.php/cjlt/article/view/26506/19688>
- [3] KIREŠ, Marián, JEŠKOVÁ Zuzana. 2016 *Bádateľské aktivity v prírodovednom vzdelávaní, časť A*. Štátny pedagogický ústav, Bratislava, 128 s. (online). [cit. 2020-04-28] ISBN 978-80-8118-155-9 s.5 Dostupné na internete: [http://www.statpedu.sk/files/articles/nove\\_dokumenty/ucebnice-metodiky-publikacie/badatelске-aktivity/01cast\\_a\\_web.pdf](http://www.statpedu.sk/files/articles/nove_dokumenty/ucebnice-metodiky-publikacie/badatelске-aktivity/01cast_a_web.pdf)
- [4] MARX Ronald et al. 2004. *Inquiry-Based Science in the Middle Grades: Assessment of Learning in Urban Systemic Reform*. In: Journal of research in science teaching. Vol. 41, No. 10, s. 1063–1080 (online). [cit.2020-05-10] Doi: 10.1002/tea.20039 Dostupné na internete: [https://s3.amazonaws.com/academia.edu.documents/43143877/Inquirybased\\_science\\_in\\_the\\_middle\\_grade20160227-13118-4dckay.pdf?response-content-disposition=inline%3B%20filename%3DInquiry-based\\_science\\_in\\_the\\_middle\\_grad.pdf&X](https://s3.amazonaws.com/academia.edu.documents/43143877/Inquirybased_science_in_the_middle_grade20160227-13118-4dckay.pdf?response-content-disposition=inline%3B%20filename%3DInquiry-based_science_in_the_middle_grad.pdf&X)
- [5] KIREŠ, Marián, JEŠKOVÁ Zuzana. 2016 *Bádateľské aktivity v prírodovednom vzdelávaní, časť A*. Štátny pedagogický ústav, Bratislava, 128 s. (online). [cit. 2020-04-29]. ISBN 978-80-8118-155-9 s. 21 Dostupné na internete: [http://www.statpedu.sk/files/articles/nove\\_dokumenty/ucebnice-metodiky-publikacie/badatelске-aktivity/01cast\\_a\\_web.pdf](http://www.statpedu.sk/files/articles/nove_dokumenty/ucebnice-metodiky-publikacie/badatelске-aktivity/01cast_a_web.pdf)

- [6] HRUŠKA Martin – SPODNIAKOVÁ PFEFFEROVÁ Miriam – HOLEC Stanislav. 2020. *Zostavme si digitálny hudobný nástroj pomocou Arduina*. In: Československý časopis pro fyziku, 2/2020, s 127-131. ISSN 1804-8536
- [7] KAROLČÍK Štefan, ČIPKOVÁ Elena. 2015 *Využitie bádateľsky orientovaných metód vo vyučovaní geografie*. In: Geografická revue. Vol. 11, No. 10, s 15-47.(online) [cit.2020-04-27] Dostupné na internete: <http://www.fpv.umb.sk/app/cmsFile.php?disposition=a&ID=20021>
- [8] HAVLÍČEK Karel. 2015. *Experiments in Physics Education: What do Students Remember?* (online). [cit. 2020-05-28] In WDS'15 Proceedings of Contributed Papers Physics, s.144–148. ISBN: 978-80-7378-311-2, Dostupné na internete: [https://www.mff.cuni.cz/veda/konference/wds/proc/pdf15/WDS15\\_24\\_f12\\_Havlicek.pdf](https://www.mff.cuni.cz/veda/konference/wds/proc/pdf15/WDS15_24_f12_Havlicek.pdf)
- [9] ZELENICKÝ Ľubomír et al. 2011. *Empirické poznávanie v prírodovednom vzdelávaní*. In: Technológie vzdelávania v príprave učiteľov prírodovedných a technických predmetov, Zborník. Prešov. (online). [cit.2020-05-27]. 397-409 s. Dostupné na internete: <http://fyzika.unipo.sk/wp-content/files/konferencia2011/papers/215.pdf>
- [10] HOLEC et al. 2004. *Computerised Experiments in the Web Enviroment*. In: Informatics in Education. (online). [cit.2020-06-01]. Vol.3, No.2, 155-160. Dostupné na internete: <http://citeseerx.ist.psu.edu/viewdoc/download?doi=10.1.1.148.9842&rep=rep1&type=pdf>
- [11] STENDER A. - SCHWICHOW M. - ZIMMERMAN C. - HÄRTIG H. 2018. *Making inquiry-based science learning visible: the influence of CVS and cognitive skills on content knowledge learning in guided inquiry*, International Journal of Science Education, 40, 5, (online). [cit.2020-05-29], s. 1812-1831, DOI: 10.1080/09500693.2018.1504346.

- [12] AKTAMIS H. – HIGDE E. - ÖZDEN B. 2016. *Effects of the Inquiry-Based Learning Method on Students' Achievement, Science Process Skills and Attitudes towards Science: A Meta-Analysis Science*. Journal Of Turkish Science Education, 13, 4, (online). [cit.2020-06-02], s. 248 – 261 ISSN 13046020
- [13] RAGANOVÁ Janka et al. 2018. *Implementácia bádateľských aktivít do výučby prírodovedných predmetov v podmienkach slovenského školstva*. Belianum: Banská Bystrica. 125 s. ISBN 978-80-557-1517-9
- [14] DEMKANIN PETER. 2009. *Zmeny vo fyzikálnom vzdelávaní na Slovensku – realita, alebo ilúzia*. In: Zborník DIDFYZ 2008, *Vyučovanie fyziky vo svetle nových poznatkov*.(online). [cit.2020-05-30]. Fakulta prírodných vied Univerzity Konštantína Filozofa a Pobočka JSMF v Nitre: 2009 s. 34-40 ISBN 978-80-8094-496-4 Dostupné na internete: [https://www.researchgate.net/profile/Claudio\\_Fazio/publication/233990996\\_THE\\_BOLTZMANN\\_FACTOR\\_THROUGH\\_EXPERIMENTS\\_AND\\_SIMULATIONS/links/0deec51e80815dce6f000000/THE-BOLTZMANN-FACTOR-THROUGH-EXPERIMENTS-AND-SIMULATIONS.pdf#page=34](https://www.researchgate.net/profile/Claudio_Fazio/publication/233990996_THE_BOLTZMANN_FACTOR_THROUGH_EXPERIMENTS_AND_SIMULATIONS/links/0deec51e80815dce6f000000/THE-BOLTZMANN-FACTOR-THROUGH-EXPERIMENTS-AND-SIMULATIONS.pdf#page=34)
- [15] Národná správa OECD PISA SK 2006. (online). [cit. 2020-06-01]. Dostupné na internete: [http://www.nucem.sk/sk/medzinarodne\\_merania/project/5#422,o558](http://www.nucem.sk/sk/medzinarodne_merania/project/5#422,o558)
- [16] SPODNIAKOVÁ PFEFFEROVÁ Miriam. *THE DEVELOPMENT OF SCIENTIFIC THINKING OF STUDENTS USING SIMULATIONS*. In: Časopis pro technickou a informačnú výchovu. 1/2015, Volume 7, Issue 1. (online). [cit. 2020-06-02]. ISSN 1803-537X Dostupné na internete: [https://www.researchgate.net/profile/Miriam\\_Pfefferova/publication/284204351\\_THE\\_DEVELOPMENT\\_OF\\_SCIENTIFIC\\_THINKING\\_OF\\_STUDENTS\\_USING\\_SIMULATIONS/links/56707fed08ae5252e6f1ebe7.pdf](https://www.researchgate.net/profile/Miriam_Pfefferova/publication/284204351_THE_DEVELOPMENT_OF_SCIENTIFIC_THINKING_OF_STUDENTS_USING_SIMULATIONS/links/56707fed08ae5252e6f1ebe7.pdf)
- [17] BANÍK Rastislav. 2008. *FYZIKA, VEDA EXPERIMENTÁLNA A EXAKTNÁ V KONTEXTE PRÍRODOVEDNEJ A TECHNOLOGICKEJ GRAMOTNOSTI*. In: *Tvorivý učiteľ fyziky III*. Smolenice. (online). [cit. 2020-06-08], s.11-20. Dostupné na internete: [http://sfs.sav.sk/smolenice/pdf\\_08/02\\_banik.pdf](http://sfs.sav.sk/smolenice/pdf_08/02_banik.pdf)

- [18] BANÍK Ivan. 2010. *JEDNODUCHÝ EXPERIMENT – MATERSKÉ MLIEKO ŠKOLSKEJ FYZIKY*. In: Tvorivý učiteľ fyziky III. Smolenice. (online). [cit. 2020-05-31], s.58-66. Dostupné na internete: [https://ufv.science.upjs.sk/projekty/smolenice/pdf\\_10/08\\_banik.pdf](https://ufv.science.upjs.sk/projekty/smolenice/pdf_10/08_banik.pdf)
- [19] TRNA Josef. 2011. *Využití IBSE ve výuce fyziky*. In: Veletrh nápadů učitelů fyziky 16. Univerzita Palackého v Olomouci. (online). [cit.2020-06-02], s.237-244 ISBN 978-80-244-2894-9 Dostupné na internete: [https://vnuf.cz/sbornik/rocniky/Veletrh\\_16\\_\(Olomouc\\_2011\).pdf#page=211](https://vnuf.cz/sbornik/rocniky/Veletrh_16_(Olomouc_2011).pdf#page=211)
- [20] KRŠŇÁKOVÁ Alžbeta. 2015. *Meranie elektrických veličín osciloskopom*. Učebné texty – Pracovný zošit 12. (online). [cit.2020-06-07], 21s. Dostupné na internete: [https://cloud6p.edupage.org/cloud/Pz12\\_meranie\\_elektrickych\\_velicin\\_osciloskopom.pdf?z%3Axcqv9h304AhAPe5rE1lLjZhEvu3iyyQBVls1y%2F25wZ%2FcOEWeKZLOR5XhkxSiO%2FyN](https://cloud6p.edupage.org/cloud/Pz12_meranie_elektrickych_velicin_osciloskopom.pdf?z%3Axcqv9h304AhAPe5rE1lLjZhEvu3iyyQBVls1y%2F25wZ%2FcOEWeKZLOR5XhkxSiO%2FyN)
- [21] List Jenny. 2017. *Review: JYE Tech DSO 150 Oscilloscope Kit*. (online). [cit.2020-06-07]. Dostupné na internete: <https://hackaday.com/2017/11/09/review-jye-tech-dso150-oscilloscope-kit/>
- [22] Oficiálna stránka výrobcu JYE Tech. *DSO Shell Oscilloscope DIY Kit*. (online).[cit.2020-06-05]. Dostupné na internete: <https://jyetechnology.com/dso-150-shell-oscilloscope/>
- [23] KIREŠ Marián, JEŠKOVÁ Zuzana. (2016) *Bádateľské aktivity v prírodovednom vzdelávaní časť B*. Štátny pedagogický ústav, Bratislava, 77 s. ISBN 978-80-8118-153-5 (online). Dostupné na internete: [http://www.statpedu.sk/files/articles/nove\\_dokumenty/ucebnice-metodiky-publikacie/badatelске-aktivity/02cast\\_b\\_fyzika\\_web.pdf](http://www.statpedu.sk/files/articles/nove_dokumenty/ucebnice-metodiky-publikacie/badatelске-aktivity/02cast_b_fyzika_web.pdf)

- [24] HRUŠKA Martin. 2019. *Investigating Properties of the Periodic Motion within School Physics*. In: Zborník DIDFYZ 2019. Formation of the Natural Science Image of the World in the 21st Century. s. 030009-1 – 030009-8 ISSN 0094-243X
- [25] ŠTEFANČÍNOVÁ Iveta. 2015. *Experimenty vo vyučovaní fyziky na strednej škole*. Metodicko-pedagogické centrum v Bratislave. 59 s. ISBN: 978-80-565-1171-8 (online). [cit. 2020-06-09] Dostupné na internete: [https://mpc-edu.sk/sites/default/files/publikacie/i\\_stefancinova\\_experimenty\\_vo\\_vyuc\\_fyziky\\_na\\_ss.pdf](https://mpc-edu.sk/sites/default/files/publikacie/i_stefancinova_experimenty_vo_vyuc_fyziky_na_ss.pdf)

## Prílohy

### Príloha 1 – Pracovný list: „Rýchlosť zvuku“

#### Pracovný list: „Rýchlosť zvuku“

##### Úvod:

Na festivaloch, hudobných koncertoch, či iných hudobných vystúpeniach si aj človek vzdialený od pódia niekoľko desiatok metrov môže vypočuť kvalitnú hudbu tak, akoby stál priamo pod pódium. Vďaka za to môže zvukárom, ktorí musia pri príprave hudobného vystúpenia myslieť okrem mnohých iných faktorov aj na to, že zvuku trvá nejaký čas, kým sa dostane do ľudského ucha. Zvuk sa totiž pohybuje istou rýchlosťou, ktorá závisí od prostredia.

##### Diskusia:

Diskutujte o zvuku a jeho vlastnostiach, prezentujte svoje hypotézy o tom akou rýchlosťou sa pohybuje zvuk v triede. Svoje tvrdenia zdôvodnite!

Hypotéza:

|  |
|--|
|  |
|--|

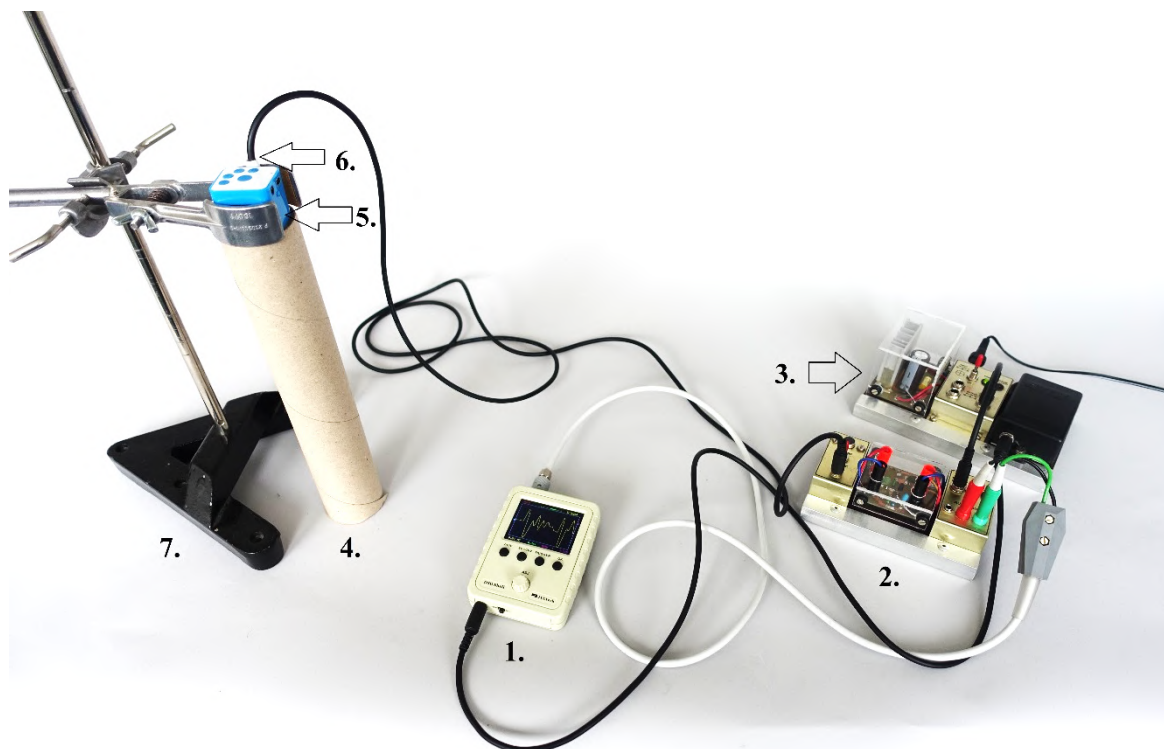
##### Úloha:

- zmerať rýchlosť zvuku pri izbovej teplote

Postup merania:

Na meranie potrebujeme:

- Osciloskop DSO 150 (1)
- Rolku od kuchynských utierok (4)
- MP3 prehrávač (5)
- Zvukový senzor (6)+(2)
- Stojan (7)
- Dĺžkové meradlo



#### *Zostavenie aparatury pri meraní rýchlosti zvuku*

- Zostavíme aparaturu podľa obrázku.
- Rolku odmeriame dĺžkovým meradlom, údaje zapíšeme do tabuľky.
- Navrhujeme vzťah pre výpočet rýchlosti zvuku, keď sa zvuk pohybuje rovnomerným pohybom.
- Na osciloskope nastavíme hodnotu amplitúdy: 0,2 V a časovú základňu: 0,2 ms.
- Spustíme zvuk z MP3 prehrávača.
- Skryjeme veličiny zobrazujúce sa na obrazovke osciloskopu.
- Zastavíme signál na obrazovke. Odčítame z obrazovky, koľko dielikov sa nachádza napr. medzi dvoma maximami alebo minimami (1dielik = 0,2 ms).

| Číslo<br>merania | $\frac{dĺžka}{m}$ | $\frac{čas}{s}$ | $\frac{rýchlosť}{m/s}$ |
|------------------|-------------------|-----------------|------------------------|
| 1.               |                   |                 |                        |
| 2.               |                   |                 |                        |
| 3.               |                   |                 |                        |
| 4.               |                   |                 |                        |
| 5.               |                   |                 |                        |
| 6.               |                   |                 |                        |
| 7.               |                   |                 |                        |
| 8.               |                   |                 |                        |
| 9.               |                   |                 |                        |
| 10.              |                   |                 |                        |

- Priemerná zistená rýchlosť zvuku je:

### Analýza merania:

Posúďte, či vami nameraná rýchlosť zvuku pri izbovej teplote zodpovedá tabuľkovej hodnote.

Od čoho závisí rýchlosť zvuku?

Ako ďaleko sa nachádzate od miesta, kam udel blesk, ak ste ho počuli 4 sekundy po spozorovaní svetelného záblesku?

### **Súvis so životom, praxou a prírodou:**

Sluch je u človeka jeden zo zmyslov a slúži na vnímanie zvuku. Vyvinul sa z bočnej čiary u rýb, ktoré vnímajú chvenie vodného prostredia. Ľudské ucho je schopné vnímať zvuk s frekvenciou (16 - 20 000) Hz. Zvuk je zachytený ušnicou a nasmerovaný do vonkajšieho zvukovodu. Cez tento zvukovod prejde zvuk až k bubienku, ktorý sa rozkmitá. Dochádza k prenosu energie kmitajúcich molekúl plynu na ušné kostičky: kladivko, nákovka a strmienok, ktoré sa mechanicky rozkmitajú. Tým, že strmienok kmitá, tak prenesie vibrácie na oválne okienko, ktoré oddeľuje endolymfu (tekutina, ktorá vyplňa blanitý slimák) od vonkajšieho prostredia. Pohybom endolymfy dôjde k podráždeniu receptorov a ku vzniku akčného potenciálu.

### **Námety na ďalšie aktivity:**

- Skúste zmerať rýchlosť zvuku pri vyššej teplote. Použite rovnakú konfiguráciu experimentálnej zostavy ako pri klasickom meraní, iba pred vložením MP3 prehrávača a mikrofónu fénom zohrejte vzduch tak, aby teplota vzduchu v rolke bola vyššia ako teplota v miestnosti.
- Skúste zmerať rýchlosť zvuku v rôznych typoch roliek, alebo s použitím rôznych typov podložiek, či dokonca bez podložky.

## **Záver**

## Príloha 2 – Pracovný list: „Tiažové zrýchlenie“

### Pracovný list: „Tiažové zrýchlenie“

#### Úvod:

Od doby, kedy prvý človek vystúpil do vesmíru, už prešlo veľa času. Uskutočnilo sa mnoho misií, ktoré vyniesli ľudskú posádku na obežnú dráhu Zeme, alebo na Mesiac. V dnešnej dobe sa čoraz častejšie spomínajú súkromné cesty do vesmíru, veď kto by sa nechcel pozrieť na Zem z inej perspektívy?

Samotnému štartu rakety a jej letu predchádza okrem zdĺhavej prípravy lode aj množstvo výpočtov, simulácií a overovania. Jedným z veľkého počtu meraní, ktoré musia vedci vykonať, je aj určenie tiažového zrýchlenia. Pred meraním si musíme odpovedať na nasledujúce otázky: Čo je to tiaž? Ako funguje matematické kyvadlo?

#### Diskusia:

Diskutujte o pojmoch gravitácia a tiaž. Aký je rozdiel medzi gravitačným a tiažovým zrýchlením?

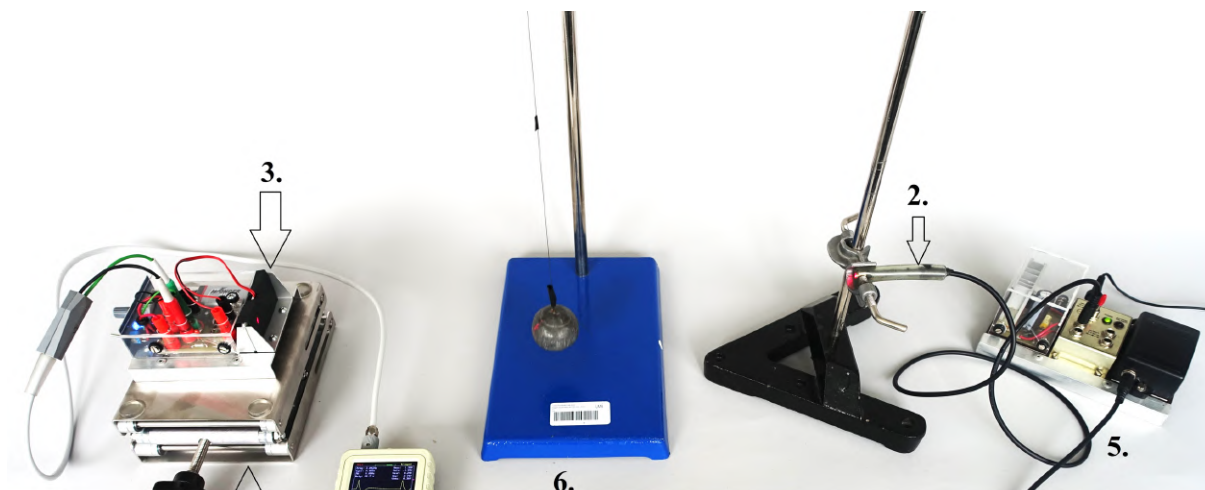
#### Úloha:

- Zmerať tiažové zrýchlenie

#### Postup merania:

Na meranie potrebujeme (obr. 1):

- digitálny osciloskop (1)
- svetelný senzor (2) + (3)
- podložku (4)
- stojan (6)
- matematické kyvadlo (gulôčku zavesenú na nitke známej dĺžky)



#### *Zapojenie aparatury pri meraní tiažového zrýchlenia*

- Na osciloskope nastavíme hodnotu amplitúdy: 0,5 V a časovú základňu: 0,1 s.
- Na laboratórny stojan upevníme nitku presnej dĺžky s kovovou guľôčkou.
- Fotočlánok nastavíme pomocou podložky na rovnakú úroveň ako laserový modul.
- Laserový modul necháme svietiť cez záves kyvadla až na fotočlánok. Na fotočlánku necháme odkrytú iba časť svetlocitlivej plochy, na ktorú dopadá laserový lúč, zvyšok zakryjeme vhodnou clonou kvôli vplyvu okolitého svetla.
- Guľôčku vychýlime do strany a z obrazovky osciloskopu odčítame hodnoty polperiódy – doby medzi dvomi prerušeniami laserového lúča závesom kyvadla (označenie „Cycl“).

Hodnotu periódy dostaneme vynásobením polperiódy dvoma.

Tiažové zrýchlenie potom vypočítame na základe vzťahu:

$$g = \frac{4\pi^2 l}{T^2},$$

kde  $l$  je dĺžka závesu matematického kyvadla a  $T$  je perióda.

| <b>Číslo<br/>merania</b> | <b><i>dĺžka kyvadla</i><br/>m</b> | <b><i>polperióda</i><br/>s</b> | <b><i>perióda</i><br/>s</b> | <b><i>tiažové zrýchlenie</i><br/>m</b> |
|--------------------------|-----------------------------------|--------------------------------|-----------------------------|----------------------------------------|
| 1.                       |                                   |                                |                             |                                        |
| 2.                       |                                   |                                |                             |                                        |
| 3.                       |                                   |                                |                             |                                        |
| 4.                       |                                   |                                |                             |                                        |
| 5.                       |                                   |                                |                             |                                        |
| 6.                       |                                   |                                |                             |                                        |
| 7.                       |                                   |                                |                             |                                        |
| 8.                       |                                   |                                |                             |                                        |
| 9.                       |                                   |                                |                             |                                        |
| 10.                      |                                   |                                |                             |                                        |

- Priemerná zistená hodnota tiažového zrýchlenia:

#### **Analýza merania:**

Porovnajte vami zistenú hodnotu tiažového zrýchlenia s tabuľkovou hodnotou.

Kde mohli počas merania vzniknúť nepresnosti?

**Súvis so životom, praxou a prírodou:**

Ľudské telo je štandardne vystavené pôsobeniu gravitačnej interakcie. Pri bežnej hodnote gravitačného zrýchlenia funguje správne. Gravitácia ovplyvňuje napríklad hydrostatický tlak krvi v organizme a tým aj prechod látok (filtráciu) z krvi do tkaniva a aj následnú resorbciu látok do krvi. Pri zmene tlaku môže dôjsť k napr. k neodvádzaniu vody z tkaniva a vytvoreniu edémov. Pri výrazne odlišnej hodnote gravitačného zrýchlenia môže dôjsť k abnormálnemu preliatiu krvi napr. z mozgu smerom k nohám a tým k strate vedomia.

V prírode sa stretávame aj s pojmom geotropizmus. Geotropizmus je jav, kedy sa rastlina orientuje v smere pôsobenia gravitácie. Koreň rastlín rastie súhlasne s gravitáciou.

**Námety na ďalšie aktivity:**

- Skúste navrhnúť, ako by ste dokázali, že koreň rastliny rastie v smere pôsobenia tiažovej sily. Využite to, že zmeníte výslednicu pôsobenia tiažového zrýchlenia iným zrýchlením.

**Záver**

### Príloha 3 – Pracovný list: „Pružinový oscilátor“

## Pracovný list: „Pružinový oscilátor“

### Úvod:

Možno ste niekedy skákali bungee jumping, prípadne ste to aspoň videli na videu. Človek skočí z veľkej výšky do prázdna upevnený na elastickom lane. Po páde do veľkej hĺbky sa lano maximálne napne a človek akoby visel na zemou, no ihneď je ťahaný smerom hore. Potom opäť pocíti účinky tiažovej sily a smeruje k zemi. Človek kmitá ako závažie zavesené na pružinke, dokým nezastaví na jednom mieste, alebo kým ho nevytiahnu hore. Pri bungee jumping musia prevádzkovatelia dbať na kvalitu lana, ktoré sa vždy napne, niekedy aj o desiatky percent. Pred skokom musia poznať skokanovu hmotnosť, aby vedeli určiť predĺženie lana. Dá sa však aj z predĺženia určiť hmotnosť?

### Diskusia:

Chyťte do ruky závažie, ktorého hmotnosť idete merať a odhadnite jeho hmotnosť.

Odhad hmotnosti závažia:

|  |
|--|
|  |
|--|

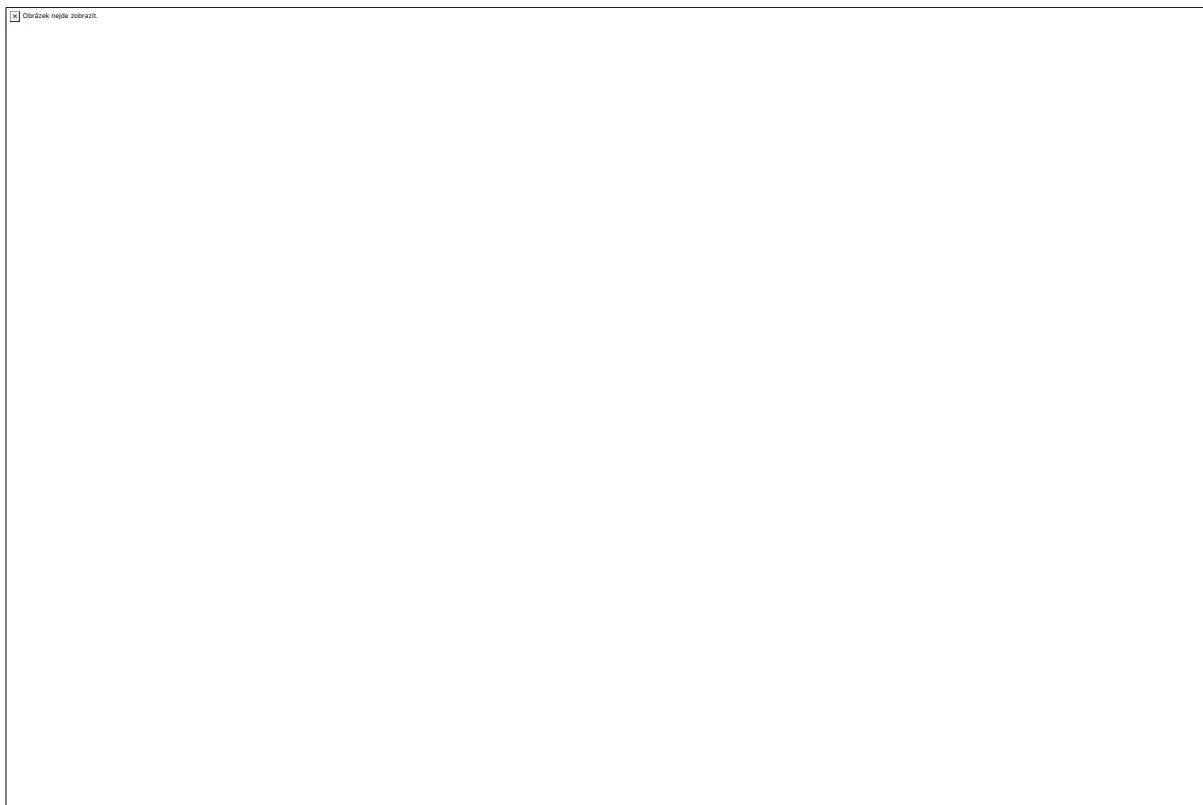
### Úloha:

- určiť hmotnosť telesa kmitajúceho na pružine

### Postup merania:

Na meranie potrebujeme:

- digitálny osciloskop (1)
- elektromagnetický senzor (2)
- pružinu (3)
- závažie so známou hmotnosťou
- závažie s neznámou hmotnosťou
- neodýmový magnet (4)
- stojan



*Zapojenie aparatury pri meraní zotrvačnej hmotnosti telesa*

- Na pružinu zavesíme závažie s neznámou hmotnosťou a aj závažie so známou hmotnosťou a magnetom.
- Pod závažia položíme elektromagnetický senzor – cievku a pripojíme ju k osciloskopu.
- Na osciloskope nastavíme hodnotu amplitúdy 50 mV a časovú základňu na 0,1 s.
- Závažia vychýlime z rovnovážnej polohy. Na displeji osciloskopu sledujeme hodnotu periódy („Cycl.“).
- Pomocou periódy a priemernej tuhosti pružiny vyjadríme hmotnosť telesa podľa rovnice:

$$m = \frac{T^2 k}{4\pi^2}$$

kde  $m$  je priemerná hmotnosť telesa,  $T$  je perióda a  $k$  je priemerná zistená tuhosť pružiny.

Údaje zapíšeme do tabuľky:

| Číslo merania | <u>perióda</u><br>s | <u>hmotnosť</u><br>kg |
|---------------|---------------------|-----------------------|
| 1.            |                     |                       |
| 2.            |                     |                       |
| 3.            |                     |                       |
| 4.            |                     |                       |
| 5.            |                     |                       |
| 6.            |                     |                       |
| 7.            |                     |                       |
| 8.            |                     |                       |
| 9.            |                     |                       |

Priemerná zistená hmotnosť telesa:

|  |
|--|
|  |
|--|

**Analýza merania:**

Porovnajte váš odhad s nameranou priemernou hodnotou hmotnosti závažia.

|  |
|--|
|  |
|--|

Odvážte závažie a porovnajte vami zistenú priemernú hodnotu hmotnosti telesa s reálnou hmotnosťou.

|  |
|--|
|  |
|--|

Od čoho závisí tuhosť pružiny?

|  |
|--|
|  |
|--|

**Súvis so životom, praxou a prírodou:**

Hmotnosť závažia sme zisťovali s pomocou senzora a rozkmitanej pružiny. V našom okolí sa však stretávame s rôznymi druhmi kmitavého pohybu. Kmitajú rôzne veľké telesá, napr. kyvadlo na hodinách, alebo bubienok v ľudskom uchu pri príjme zvuku.

**Námety na ďalšie aktivity:**

- Skúste použiť iné typy pružín, s rozličnými vlastnosťami a porovnajte ich tuhosti.
- Skúste zmerať hmotnosť toho istého závažia pomocou s využitím vedomostí o hydrostatickej vztlakovej sile a porovnajte výsledok s naším meraním.

**Záver**

## Príloha 4 – Metodický list: „Rýchlosť zvuku“

### Metodický list: „Rýchlosť zvuku“

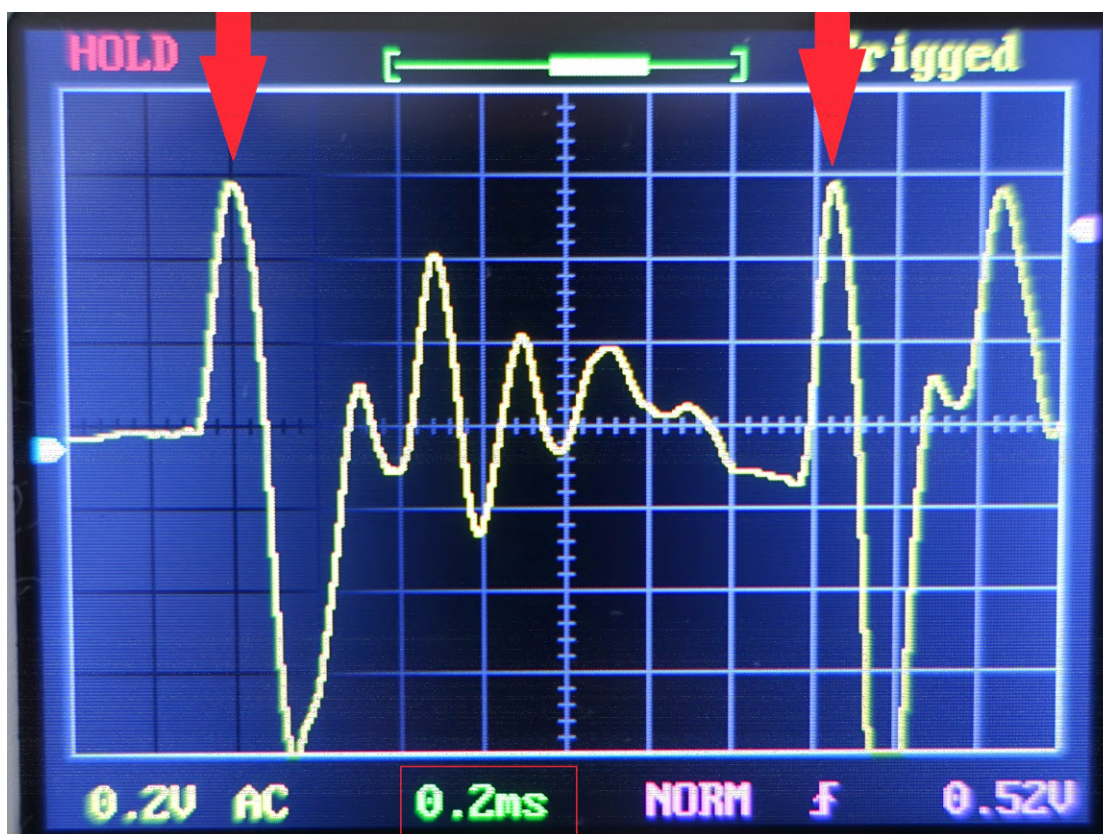
#### Úvod

Aktivitu na zisťovanie rýchlosti zvuku odporúčame použiť ako riadené bádanie, resp. ako potvrdzujúce bádanie. Pred meraním by žiaci mali poznať základné vlastnosti zvuku a vzťah pre výpočet rýchlosti rovnomerného pohybu, aby žiaci boli schopní sami navrhnúť vzťah na výpočet rýchlosti zvuku a aby si uvedomili, že zvuk prejde od zdroja (reproduktora) k mikrofónu dráhu rovnajúcu sa dvojnásobku dĺžky kuchynskej rolky. Po absolvovaní experimentálnej aktivity budú žiaci poznať tabuľkovú hodnotu rýchlosti zvuku, ako aj vzťah pre jej výpočet.

#### Priebeh výučby

- 1. Motivácia** – učiteľ na začiatku hodiny diskutuje so študentmi o zvuku a jeho šírení. Keďže mnoho mladých ľudí má záľubu v počúvaní hudby, môže sa učiteľ vybrať týmto smerom. Môže poukázať na to, že aj keď poslucháč stojí desiatky metrov ďaleko od reproduktorov (napr. na hudobnom festivale), tak hudbu počuje rovnako kvalitne, akoby stál priamo pred pódium. Žiaci môžu zdieľať s ostatnými svoje skúsenosti so zvukom na koncertoch, ktoré navštívili a porovnať priestory, v ktorých sa koncerty konali (koncertná hala, futbalový štadión, hokejový štadión, bar, katedrála).
- 2. Zostavenie experimentu** – žiaci si pripravujú potrebné pomôcky. Dbáme o to, aby bola aparatúra zostavená presne. MP3 prehrávač spolu s mikrofónom pripevníme na rolku tak, aby boli v rovnakej výške.

### 3. Meranie



Obrazovka osciloskopu pri meraní rýchlosti zvuku

Pomocou vzťahu pre rýchlosť rovnomerného pohybu vypočítame rýchlosť zvuku. Tento vzorec žiaci môžu odvodiť na základe informácii o šírení zvuku:

$$v = \frac{2s}{t}$$

Kde  $v$  je rýchlosť zvuku,  $s$  je dĺžka rolky a  $t$  je čas, za ktorý zvuk prejde rolkou, odrazí sa na jej konci a zachytí ho mikrofón.

- Meranie dĺžky rolky by malo byť čo najpresnejšie. Čím presnejšie, tým menšie odchýlky nakoniec vznikajú.
- Žiaci si môžu vybrať, či budú merať vzdialenosť dvoch maxím (červené šípky na obrázku), alebo dvoch miním, nemôžu však merať vzdialenosť maxima od minima, resp. naopak.
- Pri meraní žiaci riadia postupom v pracovnom liste, pričom spolu komunikujú tichšie, nakoľko hluk, môže ovplyvniť meranie.

(Pozn.: Je vhodné poskytnúť žiakom pracovný list v elektronickej podobe, aby mohli výpočty realizovať priamo v programe Excel a svoje závery vpísať do pracovného listu.)

- 4. Vyhodnotenie** – žiaci buď potvrdia, alebo vyvrátia svoju hypotézu. Odpovedia na otázky v pracovnom liste.

#### **Doplňujúce úlohy a záver**

V závere žiaci zhrnú poznatky, ktoré nadobudli pri meraní. Objektívne zhodnotia priebeh merania.

Ďalšou možnosťou je zmerať rýchlosť zvuku pri vyššej teplote. Vzduch fénom ohrievame aspoň 3 min., aby sa teplota dostatočne zvýšila. Aby nedošlo k výkyvu teplôt v rolke, navrhujeme zrealizovať meranie čo najrýchlejšie.

Pri tomto meraní je možné uplatniť medzipredmetové vzťahy s predmetom biológia, kde je možné spomenúť, ako sa zachytáva zvuk v ľudskom uchu.

Meranie je možné zopakovať aj s iným typom podložky, ako je napr. penová podložka, bez podložky, alebo s iným typom rolky a porovnať namerané výsledky. Namerané výsledky by sa nemali značne odlišovať.

## Príloha 5 – Metodický list: „Tiažové zrýchlenie“

### Metodický list: „Tiažové zrýchlenie“

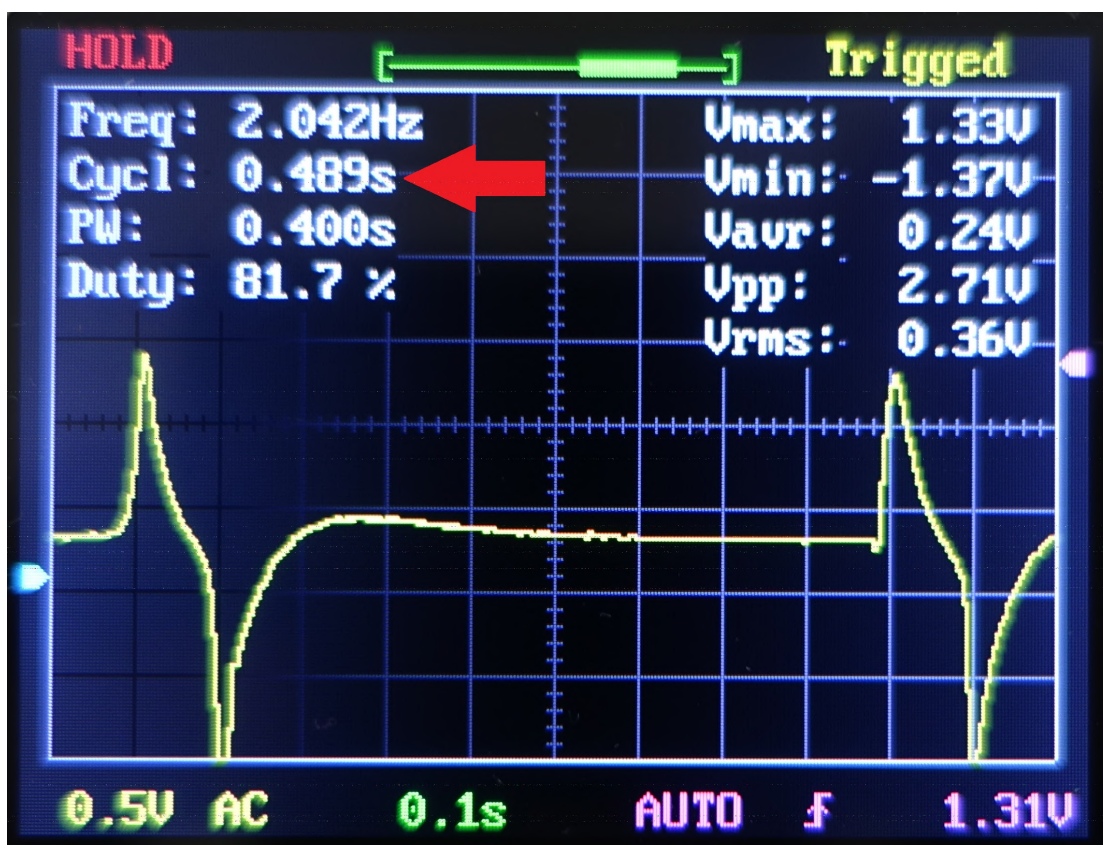
#### Úvod

Aktivitu na zisťovanie tiažového zrýchlenia odporúčame použiť ako riadené bádanie, resp. potvrdzujúce bádanie. Pred meraním by žiaci mali poznať princíp kmitavého pohybu, mali by byť oboznámení s pojmom matematické kyvadlo. Po absolvovaní experimentálnej aktivity budú žiaci poznať približnú hodnotu tiažového zrýchlenia v mieste konania experimentu a môžu ju porovnať s tabuľkovou hodnotou. Taktiež budú žiaci poznať vzťah pre výpočet tiažového zrýchlenia.

#### Priebeh výučby

1. **Motivácia** – učiteľ diskutuje so študentami o gravitácii. Je možné spomenúť cestu od začiatkov skúmania gravitácie, až po lety do vesmíru. Práve tematikou vesmíru a prehľadom súčasného diania okolo letov do vesmíru je možné študentov zaujať. Učiteľ môže spomenúť nielen úspechy agentúr NASA a SPACE X, ale taktiež vyzdvihnúť ťažkú prácu vedcov, ktorí sa na vzlete a pristání rakiet týchto spoločností podieľali. Keďže sa tento pracovný list zameriava na tiažové zrýchlenie, môžu žiaci premýšľať nad tým, ako sa mení tiažové zrýchlenie pri voľnom páde rakety na zemský povrch.
2. **Zostavenie experimentu** – žiaci zostavia svoju aparatúru podľa priloženej schémy a obrázku. Pripraví potrebné pomôcky. Dbáme o to, aby bola aparatúra zostavená presne a hodnoty na osciloskope zodpovedali návodu.

### 3. Meranie



Obrazovka osciloskopu pri meraní tiažového zrýchlenia

- Dĺžka nitky matematického kyvadla musí byť zmeraná s presnosťou na 1 mm.
- Zo svetlocitlivej plochy fotočlánku by mala byť v prípade dopadu priameho slnečného svetla, alebo umelého osvetlenia odkrytá iba tá časť na ktorú dopadá laserový lúč, zvyšok by mal byť zakrytý aby sme obmedzili ich rušivý vplyv.
- Nitku je vhodné oblepiť malým kúskom izolačnej pásky kvôli tomu, aby lepšie prerušovala laserový lúč.
- Pri vychýlení kyvadla dbáme o to, aby sa kývalo v jednej rovine, nekontrolovateľné kývanie spôsobuje značnú chybu merania.
- Dbáme aj o správny uhol výchylky. Príliš malý uhol by spôsobil krátke periódy a rýchle zmeny napätia.
- Žiaci odčítavajú z obrazovky osciloskopu len hodnotu polperiódy (označená červeným obdĺžnikom na obrázku), hodnotu periódy dostanú vynásobením predchádzajúcej hodnoty dvoma.

(Pozn.: Je vhodné poskytnúť žiakom pracovný list v elektronickej podobe, aby mohli výpočty realizovať priamo v programe Excel a svoje závery vpísať do pracovného listu.)

- 4. Vyhodnotenie** – žiaci porovnajú vlastnú zistenú hodnotu tiažového zrýchlenia s tabuľkovou hodnotou. Zistia, kde mohli vzniknúť chyby pri meraní.

#### **Doplňujúce úlohy a záver**

Žiaci vyhodnotia meranie, zhrnú informácie, ktoré získali a objektívne zhodnotia priebeh merania.

Na určenie smeru rastu koreňa môžeme použiť slnečnicové semená, ktoré necháme rásť v kadičkách vo vhodnom substráte. Kadičky necháme rotovať niekoľko dní na zostave popísanej v odkaze, prípadne inej, podobnej zostave. Po pár dňoch budú korene rastlín odchýlené od predpokladaného smeru rastu. Z veľkosti výchylky koreňa vieme odhadnúť veľkosť pôsobiaceho uhlového zrýchlenia. Podrobný návod na realizáciu: <https://repository.curriculab.net/files/versuchsanleitungen/p4050200/p4050200e.pdf>

## Príloha 6 – Metodický list: „Pružinový oscilátor“

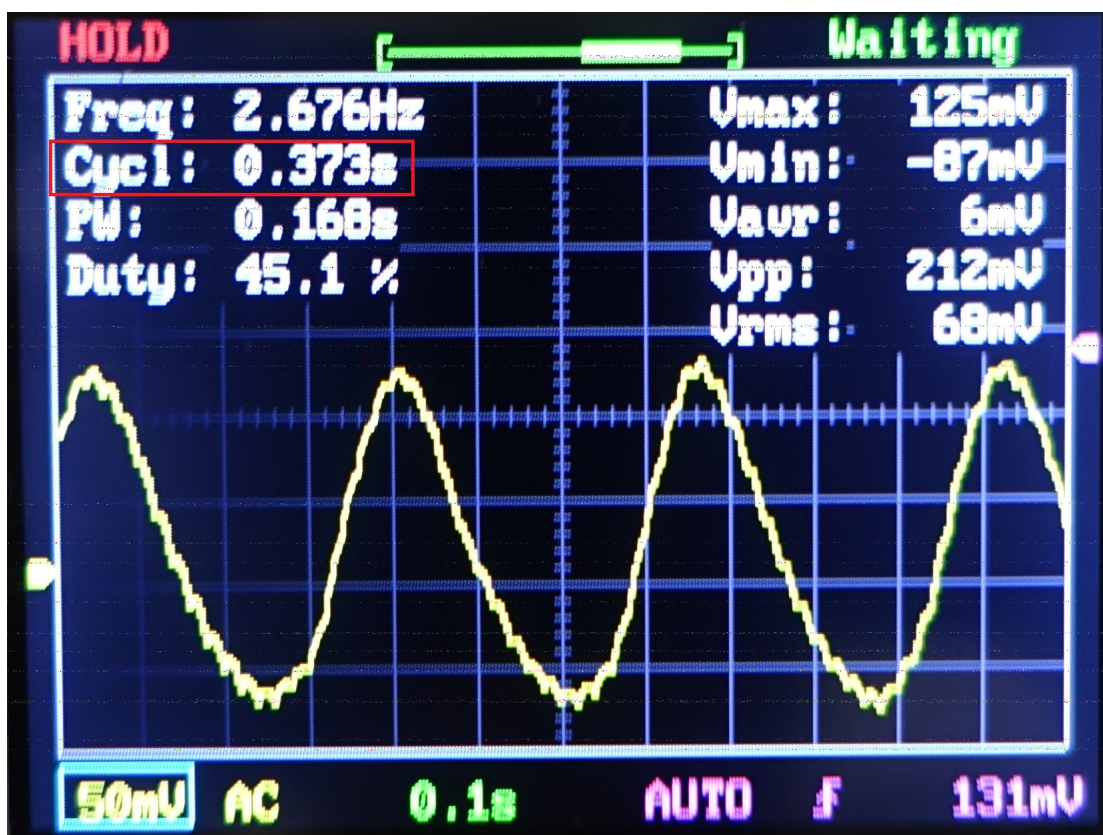
### Metodický list: „Pružinový oscilátor“

#### Úvod

Aktivitu na zisťovanie zotrvačnej rýchlosti závažia odporúčame použiť ako riadené bádanie, alebo ako potvrdzujúce bádanie. Pred meraním by žiaci mali poznať základné vlastnosti periodického pohybu.

#### Priebeh výučby

1. **Motivácia** – Táto téma je vhodná aj na priblíženie rizík, ktoré takéto skákanie so sebou nesie. Učiteľ môže spolu so žiakmi diskutovať o tom ako taký skok prebieha, aké sily na človeka pritom pôsobia a ako sa správa lano, na ktorom je človek zavesený. Prípadne môže učiteľ zobrazíť žiakom video skoku z portálu: [www.youtube.com](http://www.youtube.com).
2. **Zostavenie experimentu** – žiaci si pripravujú potrebné pomôcky.
3. **Meranie** –



Obrazovka osciloskopu pri meraní zotrvačnej hmotnosti telesa

- Závažie s magnetom rozkmitáme, tak aby sa veľmi nekývalo zo strany na stranu, ale kmitalo v jednej rovine.
- Pri sledovaní hodnoty „Cycl“ (označené červeným obdĺžnikom na obrázku) na obrazovke osciloskopu si môžu žiaci pomôcť zastavením signálu, tlačidlom OK, keďže táto hodnota neustále kolíše.

**4. Vyhodnotenie** – žiaci porovnajú zistenú priemernú hmotnosť s reálnou hmotnosťou a odpovedia na otázky uvedené v pracovnom liste.

#### **Doplňujúce úlohy a záver**

V závere žiaci zhrnú poznatky, ktoré nadobudli pri meraní. Objektívne zhodnotia priebeh merania.

Ďalšou možnosťou merania je porovnať metódu zistenia hmotnosti pomocou Archimedovho zákona a pomocou oscilátora.

## **Príloha 7 – Zjednodušený návod na prácu s osciloskopom**

### **ZJEDNODUŠENÝ NÁVOD NA PRÁCU S DIGITÁLNYM OSCILOSKOPOM**

#### **DSO 150**

Návod na prácu s digitálnym osciloskopom je určený pre žiakov, ako aj pre učiteľov. Obsahuje jednoduchý popis zariadenia a ovládacích prvkov. Vysvetľuje jednotlivé funkcie osciloskopu, ktoré využívame pri experimentoch.

V prvej časti návodu popisujeme meracie prostredie, obrazovku osciloskopu a približujeme základné funkcie. Taktiež uvádzame ako pripraviť osciloskop na experiment.

V ďalšej časti sa venujeme funkcii jednotlivých tlačidiel a ich výslednému efektu na nameraný signál.

V tomto návode sa venujeme iba funkciám potrebným pri nami navrhnutých experimentálnych aktivitách. Pre zaujímavosť uvádzame aj schému zapojenia osciloskopu.

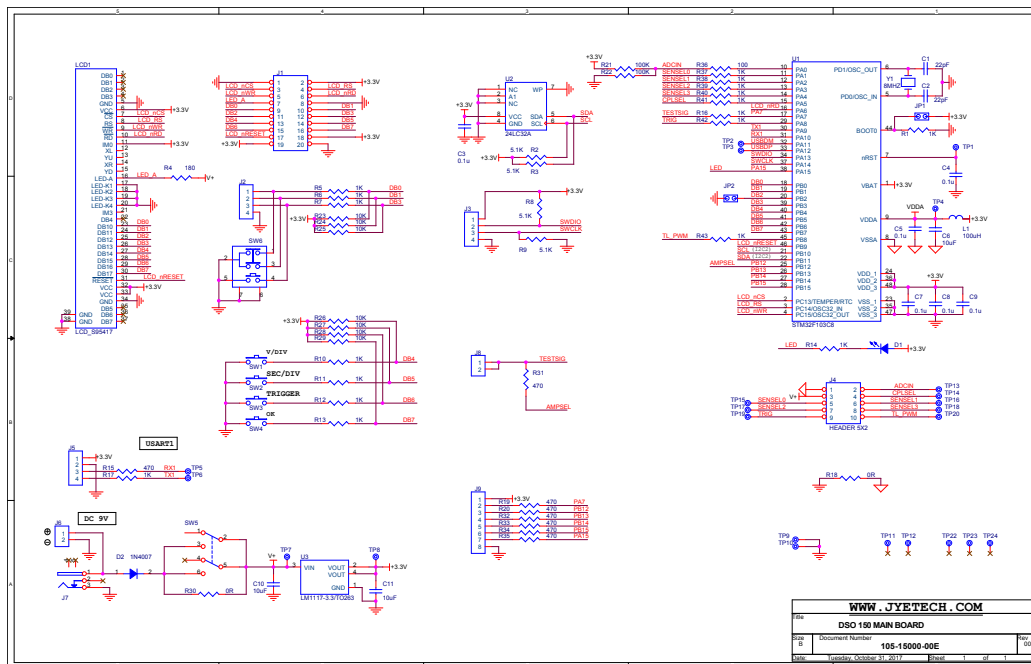


Schéma základnej dosky osciloskopu

Zdroj: <https://jyotech.com/dso-150-shell-oscilloscope/>

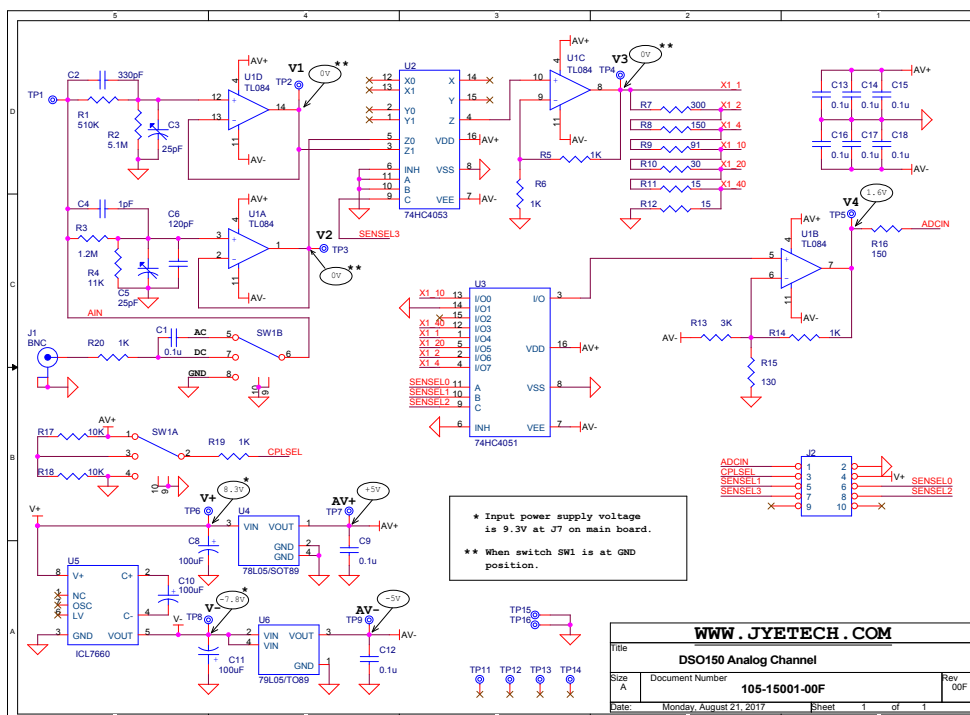


Schéma analógovej dosky osciloskopu

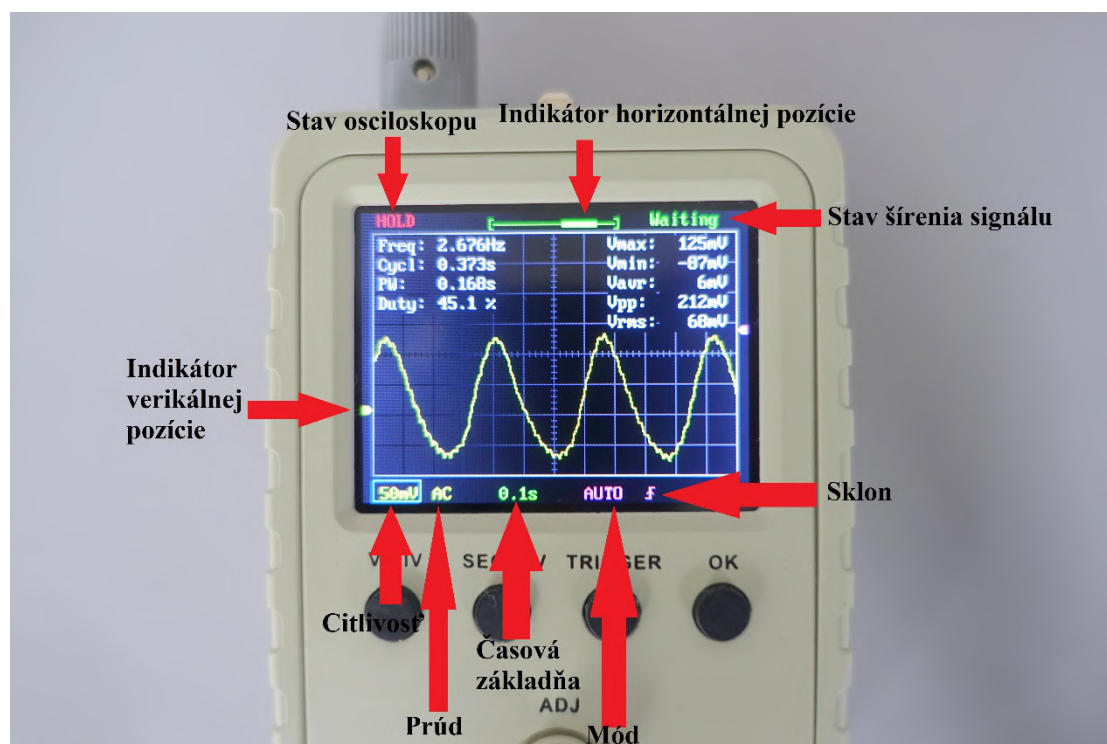
Zdroj: <https://jyotech.com/dso-150-shell-oscilloscope/>

## Displej a ovládanie

Na prednej strane osciloskopu sa nachádza 2,4 palcový TFT LCD displej. Pod ním sú štyri tlačidlá: V/DIV, SEC/DIV, TRIGGER a OK. Funkcie jednotlivých tlačidiel sú popísané nižšie. Pod tlačidlami je otočný ovládač, ktorý slúži na nastavovanie hodnôt vybraných parametrov.

Na vrchnej strane krytu osciloskopu sa nachádza BNC konektor, výstup testovacieho signálu a menič napätia. Testovací signál má frekvenciu 1 kHz a štvorcový priebeh.

Na spodnej strane krytu osciloskopu nájdeme konektor pre napájanie a spúšťač spínač.



Displej osciloskopu pri meraní s popismi

### Zobrazované hodnoty:

Freq – frekvencia (z angl. „frequency“ )

Cycl - perióda (z angl. „cycle“ )

PW – šírka pulzu (v jednotkách času) (skratka z angl. „pulse width“)

Duty – percento času cyklu, kedy sú zobrazené pulzy na displeji“

$V_{\max}$  - maximálna hodnota napätia

$V_{\min}$  - minimálna hodnota napätia

$V_{\text{avr}}$  - priemerná hodnota napätia (z angl. „average“)

$V_{\text{pp}}$  – (z angl. „peak to peak voltage“ ) - rozdiel hodnôt napätia medzi maximálnymi výchylkami

$V_{\text{rms}}$  – (z angl. „root – mean – squared“) - efektívna hodnota napätia

## **Základné funkcie**

**V/DIV:** Nastavenie citlivosti a vertikálnej polohy. Zvýrazní sa vybraný parameter.

**SEC/DIV:** Nastavenie časovej základne a horizontálnej pozície. Zvýrazní sa vybraný parameter.

**TRIGGER:** Synchronizačná funkcia, určuje, či sa vykreslí tvar na displeji na základe signálu.

**OK:** Spustí sa „HOLD state“, obraz sa zastaví, pri opätovnom stlačení sa spustí.

**ADJ:** Otočný ovládač, mení hodnoty vybraných parametrov.

## **Spustenie**

Osciloskop pripojíme ku zdroju 9 V DC prostredníctvom napájacieho konektora (5,5 x 2,1 mm). Tlačidlo na spodnej strane osciloskopu nastavíme do polohy „ON“. Na vrchnú stranu osciloskopu do BNC konektora pripojíme BNC kábel tak, že vyčnievajúce časti konektora zasunieme do drážok káblu a rotačným pohybom v smere hodinových ručičiek kábel v konektore upevníme. Takto zapojený osciloskop je pripravený na meranie.

## **Tlačidlo V/DIV – nastavenie citlivosti výchylky**

Pre nastavenie citlivosti (maximálnej výchylky) použijeme tlačidlo V/DIV. Po jeho stlačení sa na spodnej strane displeja vybraný parameter žltej farby zvýrazní bledomodrým obdĺžnikom. Hodnoty parametra potom môžeme meniť pomocou otočného ovládača. Otočením v smere hodinových ručičiek danú hodnotu znižujeme (znižujeme výchylku), proti smeru hodinových ručičiek ju zvyšujeme (zvyšujeme výchylku).

## **Nastavenie vertikálnej polohy**

Pre nastavenie vertikálnej polohy stlačíme tlačidlo V/DIV dvakrát. Následne môžeme otáčaním ovládača meniť polohu na osi y. Otočením v smere hodinových ručičiek posúvame zobrazený signál smerom hore na displeji, naopak otočením proti smeru ručičiek ho posúvame dolu. Pri hľadaní správnej polohy nám pomáha indikátor vertikálnej polohy, ktorý sa nachádza na ľavej strane displeja.

### **Tlačidlo SEC/DIV – nastavenie časovej základne**

Pre nastavenie časovej základne použijeme tlačidlo SEC/DIV. Stlačením tohto tlačidla sa parameter zelenej farby zvýrazní bledomodrým obdĺžnikom. Podobne ako pri nastavení výchylky aj pri nastavovaní časovej základne platí, že pootočením otočným ovládačom v smere hodinových ručičiek znamená znižovanie hodnoty časovej základne, t.j. časová základňa sa „rozťahuje“. Otočením proti smeru hodinových ručičiek sa hodnota časovej základne zväčšuje, teda časová základňa sa „sťahuje“.

### **Nastavenie horizontálnej polohy**

Pre nastavenie horizontálnej polohy stlačíme tlačidlo SEC/DIV dvakrát. Teraz môžeme posúvať zobrazený signál po osi x. Otočením ovládača v smer hod. ručičiek sa zobrazený signál posunie doprava, otočením proti smeru sa posunie doľava.

### **Tlačidlo TRIGGER**

Funkcia TRIGGER synchronizuje horizontálny rozsah na správny bod signálu. Táto funkcia vytvára rovnaké vlny tak, že opakovane zobrazuje rovnakú časť signálu. Stlačením tohto tlačidla vyberieme mód spúšťača a nastavenie spúšťača.

Obsahuje módy:

- SINGLE – bude sa zobrazovať iba jediný beh časovej základne.
- AUTO – klasický režim, pokiaľ nie je nastavený iný TRIGGER mód.
- NORMAL - tomto režime sa signál zobrazí, ak dosiahne určitý spúšťačiaci bod. Ak ho signál nedosiahne, tak sa buď nezobrazí, alebo sa zobrazí posledný načítaný signál.

## **Tlačidlo OK**

### **Zastavenie signálu**

Stlačením tlačidla OK nastane zamrznutie signálu a na displeji sa zobrazí signál a jeho parametre v momente stlačenia tlačidla. Opätovným stlačením tlačidla OK zrušíme zamrznutie, signál sa znovu spustí.

### **Zobrazenie/skrytie rôznych veličín**

Stlačením tlačidla OK aspoň na tri sekundy môžeme skryť, resp. zobrazit' napr. hodnoty napätia, periódy a iné. Ak napr. pri meraní potrebujeme vidieť súradnicovú sieť celú a nechceme aby nám rôzne hodnoty parametrov na displeji prekážali stlačíme na 3 sekundy tlačidlo OK a hodnoty zmiznú. Opätovným trojsekundovým stlačením tohto tlačidla ich znovu zobrazíme.