

VÝVOJ EXPERIMENTÁLNÍCH STANOVIŠŤ PRO TÉMA OPTIKA V INTERAKTIVNÍ FYZIKÁLNÍ LABORATOŘI

Tomáš KOPŘIVA, Lydia CEHÁKOVÁ

Abstrakt

Cílem příspěvku je ukázat vznik a vývoj badatelsky orientovaných experimentálních stanovišť Interaktivní fyzikální laboratoře na MFF UK pro středoškolské žáky v oblasti optiky. Každé stanoviště je doprovázeno pracovním listem vedoucím žáky k formulaci hypotéz a ověřování svých předpokladů. Tato stanoviště byla několikrát testována a upravena na základě poznatků z tříformátové zpětné vazby; žáci komentovali a barevně označovali místa, která pro ně byla velmi problematická (červenou barvou) a místa, která pro ně byla mírně nesrozumitelná (modrou barvou), lektoři celý průběh testování pozorovali a poznamenávali si problematické okamžiky a došlo k analýze vyplněných pracovních listů.

DEVELOPMENT OF EXPERIMENTAL SETS FOR A NEW CONCEPTION OF OPTICS IN THE INTERACTIVE PHYSICS LABORATORY

Abstract

The goal of this contribution is to present the creation and development of inquiry based optical experimental units of the Interactive Physics Laboratory at MFF UK for upper secondary students. Each unit is guided by a worksheet that leads the students to formulate hypotheses and prove their estimates. These units have been tested several times and altered based on feedback, namely students' comments and coloured parts that were very problematic (red colour) and partially problematic (blue colour), lecturers' observations and filled worksheets analysis.

Interaktivní fyzikální laboratoř [1]

Interaktivní fyzikální laboratoř (IFL) je projekt Katedry didaktiky fyziky Matematicko-fyzikální fakulty Univerzity Karlovy nacházející se v oddělení těžkých laboratoří budovy MFF UK v Praze - Troji. Cílem IFL je pomoci žákům středních škol lépe pochopit různé fyzikální jevy skrze předpovídání, experimentování a ověřování [2].

Experimentování v IFL probíhá v „běžích“. Každý běh trvá 120 minut a má horní hranici šestnácti žáků (+ pedagogický dozor a asistenti pedagoga). V rámci jednoho dne se odehrají až dva běhy stejného experimentálního celku.

IFL nabízí dohromady 10 experimentálních celků, které se obvykle skládají ze 4 až 6 stanovišť. Tyto celky jsou **Elektrostatika**, **Magnetické pole solenoidu**, **Vrhy**, **Kmitání a mechanika tuhého tělesa**, **Rotující soustavy**, **Termodynamika I – kvantitativní pojetí**, **Termodynamika II – kvalitativní pojetí** a **Kvantování v mikrosvětě**. K nim vznikly další dva nové celky **Optika: kvalitativní pojetí** (výsledek diplomové práce Tomáše Kopřivy [1]) a **Optika: kvantitativní pojetí** (výsledek diplomové práce Lydie Cehákové [3]).

Návštěva IFL je zdarma, učitelé se mohou přihlašovat na začátku každého pololetí na vyhlášené termíny a vybírají si témata sami (pokud nebyl už na daný den experimentální celek obsazen jiným přihlášeným učitelem).

Podrobnější informace o IFL lze nalézt na webových stránkách [4].

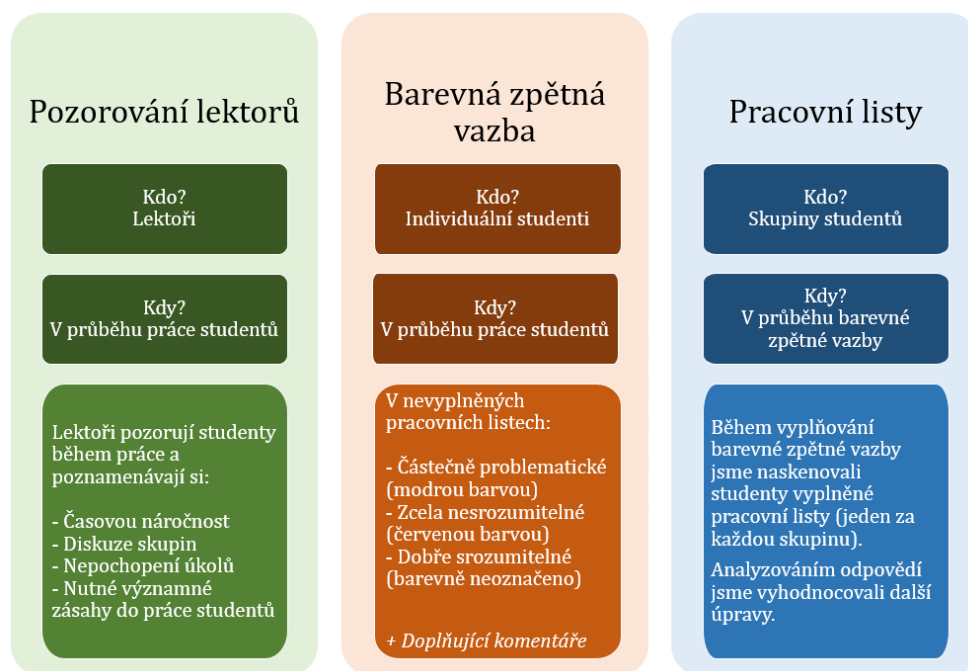
Vznik experimentálních celků z optiky

Téma Optika bylo již dříve v rámci IFL zpracováno [5], nově vytvořená stanoviště jsou přepracováním a rozšířením tohoto konceptu. Téma bylo rozděleno dle přístupu k experimentování na kvalitativní část se zaměřením na lidský zrak a kvantitativní část se zaměřením na vlnovou optiku.

Na počátku došlo k výběru vhodných zajímavých experimentů týkajících se témat běžně vyučovaných na středních školách. Nebylo proto cílem vybrat experimenty, které se mohou snadno provést ve škole. Dle tohoto vymezení byly navrženy první verze stanovišť včetně doprovodných pracovních listů a začala testovací fáze.

Testování experimentálních celků z optiky

V průběhu vývoje stanovišť došlo k celkem čtyřem kolům testování [3], během kterých jsme získávali zpětnou vazbu (viz obr. 1) od žáků, kteří procházeli jednotlivá stanoviště jako při standardním běhu.



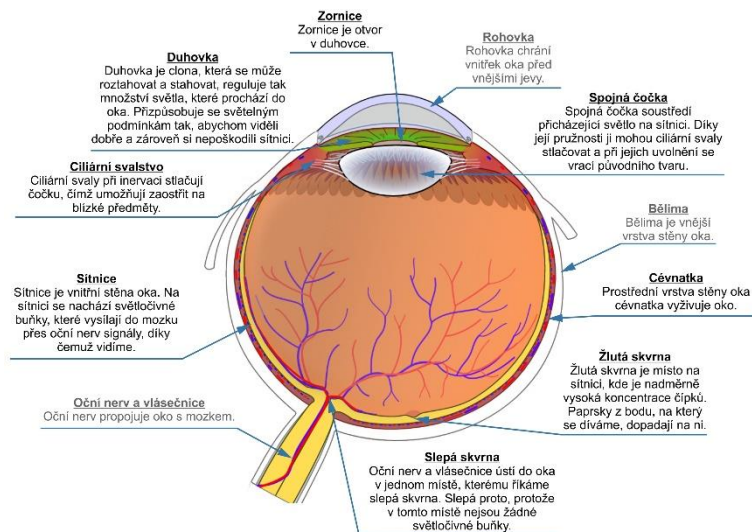
Obr. 1: Schéma získávání zpětné vazby pozorováním, barevným značením a analýzou odpovědí.

Pokud žáci prošli stanovištěm bez problémů a ze zpětné vazby nevyplývaly zádrhly, bylo stanoviště prohlášené za připravené. Oba vytvořené experimentální celky jsou školám nabízeny od září 2022. Pracovní listy ke všem stanovištím lze stáhnout ze stránek IFL [4].

Experimentální celky z Optiky: kvalitativní pojetí [1], [4]

- **Složení oka:** Studenti prozkoumají roli duhovky, ciliárních svalů a spojné čočky pro lidské vidění a naleznou na sítnici slepou skvrnu.

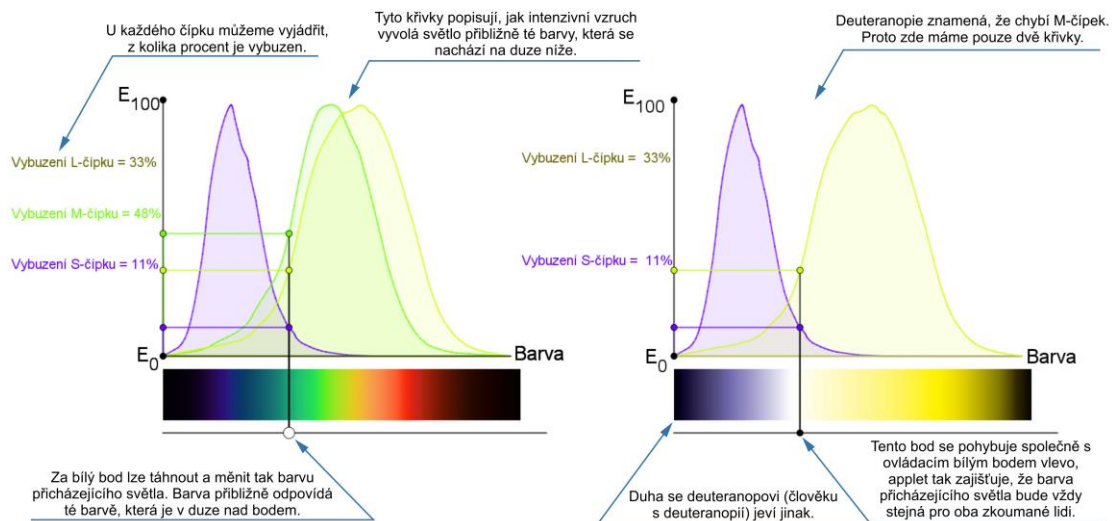
Na tomto stanovišti navíc žáci pracují se samostatným schématem lidského oka s vysvětlivkami jednotlivých částí oka. Tento formát byl zvolen proto, aby měli žáci vždy přístup ke všem teoretickým informacím o oku bez nutnosti listování v pracovním listu.



Obr. 2: Schéma oka používané na stanovišti Složení oka. Žáci jsou v průběhu pracovního listu vyzýváni si přečíst jednotlivé části, kterým částem oka se budou v nadcházejícím úkolu věnovat.

- **Vady barevného vidění:** Na tomto stanovišti studenti pracují se speciálními brýlemi a applety, které jim přibližují způsob vidění našeho světa očima barvoslepeho člověka a které pomáhají pochopit, co tyto vady způsobuje.

Využívaný applet přibližuje to, jakým způsobem barvoslepi lidé vidí barevné světlo. V appletu si žáci mohou nastavit barvu světla dopadajícího na sítnici zdravého člověka a člověka trpící deuteranopií (barvoslepost, při které chybí M-čipek) a vyčíst vybuzení čípků.



Obr. 3: Návod k appletu používaného na stanovišti Vady barevného vidění.

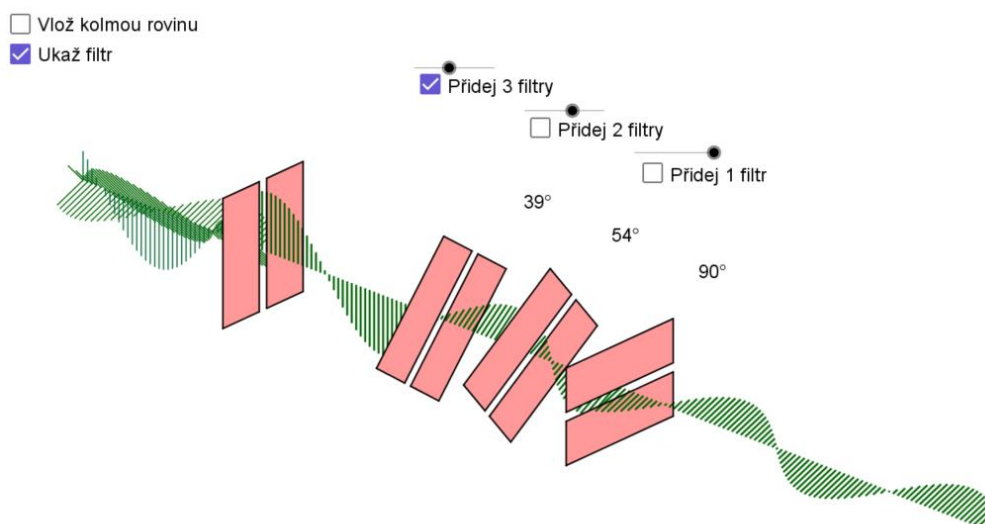
- **Vady ostrého vidění:** Pomocí schémat, čoček a laseru studenti zkoumají, jak se spojují paprsky pocházející z blízkých a dalekých předmětů u zdravého, dalekozrakého a krátkozrakého oka a následně vady korigují čočkami.

- **Skládání barev:** Na tomto stanovišti studenti pomocí barevných světél a USB mikroskopu zkoumají různé způsoby skládání barev a jejich využití. Dále prozkoumají funkci nočního režimu displejů.
- **Barvy předmětů:** Studenti pozorují, jaký vliv má barva světla na barvu předmětu a vyvozují, proč tomu tak je.

Experimentální celky z Optiky: kvantitativní pojetí [3], [4]

- **Měření indexu lomu:** Studenti pracují s digitálním dálkoměrem. Na základě analýzy principu jeho činnosti odvodí, jak s jeho pomocí určit index lomu různých průhledných prostředí a porovnají svá měření s tabulkovými hodnotami.
- **Malusův zákon:** Studenti se formou jednoduchých pozorování kvalitativně seznámí s polarizačními filtry, dále tvoří odhady a předpovědi závislosti (ne)polarizovaného světla na úhlu otočení roviny polarizace lineárním polarizačním filtrem, závislost proměří a naměřená data podrobí analýze.
- **Difrakce světla na optické mřížce:** Studenti zkoumají vliv různých veličin na podobu difrakčního obrazce, experimentálně určí vlnovou délku laseru a změří mřížkovou konstantu CD.
- **Youngův experiment:** Studenti se stručně seznámí s interferencí vlnění, ověří vlnovou povahu světla provedením Youngova dvojštěrbínového experimentu a odvodí vztah pro vzdálenost interferenčních maxim získaného interferenčního obrazce.
- **Polarizace:** Studenti se pomocí interaktivního appletu seznámí s polarizovaným světlem, jehož vlastnosti poté zkoumají i pomocí reálných polarizačních filtrů.

Na tomto stanovišti žáci využívají applet k přiblížení toho, jakým způsobem funguje polarizace světla na jednom, dvou, třech nebo čtyřech polarizačních filtrech. Tyto filtry mohou libovolně přidávat či odebírat a mohou také stáčet jejich rovinu polarizace.



Obr. 4: Applet používaný na stanovišti Polarizace. Žáci mohou nastavovat počet a sklon polarizátorů.

Závěr

Vyvinuli jsme dva experimentální celky zaměřené na optiku do IFL. Oba celky čítají pět stanovišť s pracovními listy, které žáky vedou badatelsky orientovanými experimenty. Každé stanoviště bylo několikrát testováno a optimalizováno skrze zpětnou vazbu, která mimo jiné ukázala, že použití jazyka žáků v textu pracovního listu je pro žáky zásadní v jejich pochopení připravených úkolů.

Tento příspěvek vznikl v rámci projektu Specifického vysokoškolského výzkumu č. 260712.

Literatura

1. KOPŘIVA, T. *Vývoj experimentálních stanovišť pro novou koncepci tématu Optika v Interaktivní fyzikální laboratoři I.* Praha, 2022. Diplomová práce. Univerzita Karlova, Matematicko-fyzikální fakulta, Katedra didaktiky fyziky. Vedoucí práce RNDr. Petr Kácovský, Ph.D.
2. SNĚTINOVÁ, M., P. KÁCOVSKÝ (2019). Interactive physics laboratory: A place for hands-on experimenting. AIP Conference Proceedings. DOI: 10.1063/1.5124775.
3. CEHÁKOVÁ, L. *Vývoj experimentálních stanovišť pro novou koncepci tématu Optika v Interaktivní fyzikální laboratoři II.* Praha, 2022. Diplomová práce. Univerzita Karlova, Matematicko-fyzikální fakulta, Katedra didaktiky fyziky. Vedoucí práce RNDr. Marie Snětinová, Ph.D.
4. Interaktivní fyzikální laboratoř. *Matematicko-fyzikální fakulta.* [online]. [cit. 03.05.2023]. Dostupné z: www.mff.cuni.cz/cs/kdf/akce-pro-zaky-zs-a-ss/interaktivni-fyzikalni-laborator
5. MACHALICKÁ, J. *Experimentální sady z optiky pro Interaktivní fyzikální laboratoř.* Praha, 2017. Diplomová práce. Univerzita Karlova, Matematicko-fyzikální fakulta, Katedra didaktiky fyziky. Vedoucí práce RNDr. Petr Kácovský, Ph.D.

Kontaktní adresa

Mgr. Tomáš Kopřiva
Katedra didaktiky fyziky
Matematicko-fyzikální fakulta
Univerzita Karlova
V Holešovičkách 747/2, 180 00 Praha 8
E-mail: tomas.kopriva@mff.cuni.cz