

Jednoduché pokusy s optickými vlákny

MARTINA HORVÁTHOVÁ
KTFDF FMFI UK, Bratislava

V příspěvku je navrhnutý model laparoskopického přístroje a opísané ďalšie 4 experimenty s cenovo nenáročnými pomôckami (optickými vláknami, prípadne s ich alternatívou, zväzkom optických vlákien z dekoračnej lampy) na demonštráciu princípu šírenia svetla v optických vláknach a ich využitia v praxi.

Prečo optické vlákna? – motivácia k téme

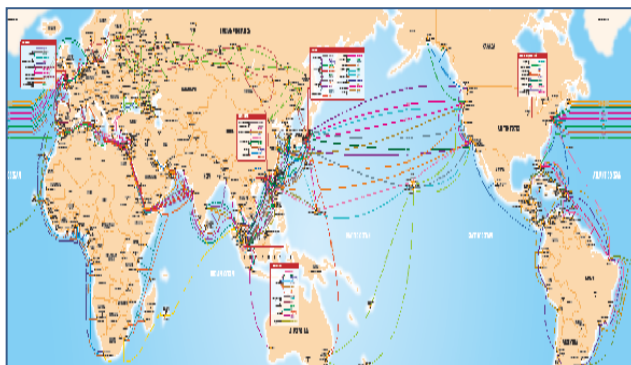
Úplný odraz je v rámci bežne zaužívaného členenia fyziky veľmi úzka časť, čo korešponduje aj s rozsahom vo vyučovaní fyziky na ZŠ a gymnáziách. Ak sa však na úplný odraz pozrieme v kontexte optických vlákien a ich využiteľnosti v praxi, téma sa zrazu stane pomerne bohatou a širokou. Na nasledujúcich obrázkoch sú motivačné ukážky využitia optických vlákien v praxi.

Na obrázku 1. môžeme vidieť ako lekár operuje laparoskopickou metódou (latinsky lapara znamená mäkké miesto v tele, latinsky scopia znamená pozorovať). Pred operáciou sa pacientovi naplní brušná dutina plynom CO_2 a malým otvorom sa do tela zavedie endoskop, ďalšími otvormi sa do tela zavádzajú chirurgické nástroje. Endoskop slúži na osvetlenie a zobrazenie orgánov a funguje na princípe optických vlákien.



Obr. 1- Laparoskopická operácia. Endoskop [1]

Na druhom obrázku je mapa optických káblov slúžiacich na prenos obrovského množstva informácií medzi kontinentmi. Téma komunikácie ponúka množstvo zaujímavých námetov (história komunikácie, história transatlantických káblov, výroba optických káblov, pokladanie káblov do mora [2], jednotka bit, bajt, digitalizácia signálu, digitalizácia obrazu [1] a iné), ku ktorým môžu žiaci vyhľadať a spracovať relevantné informácie a prezentovať ich pred spolužiakmi.



Obr. 2 - Mapa podmorských optických káblov [3]

Tretí obrázok znázorňuje priemyselný endoskop, určený na vyšetrenie stavu vnútornej časti komína, prípadne rôznych potrubí.



Obr. 3 - Priemyselný endoskop [4]

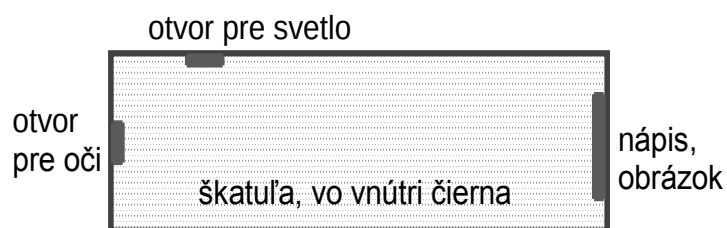
Námety na pokusy s optickými vláknami

Pokus 1 - návrh modelu laparoskopického prístroja

Na zostrojenie modelu laparoskopického prístroja potrebujeme krabicu dlhú okolo 20-25 cm (konvenčná vzdialenosť, aby sa oko pri pozeraní na nápis príliš neunavilo), do ktorej vložíme čierny papier (aby sa pri zasvetení do krabice svetlo čo najmenej odrážalo) – obr. 4. Na jednu vnútornú stranu nalepíme ľubovoľný nápis, obrázok. Na protiľahlú stranu urobíme otvor pre oko a zhora krabice urobíme otvor pre svetlo – obr. 5. Žiaci majú prečítať nápis vo vnútri krabice. Úloha sa dá splniť, ak svetlo z ručnej svetelnej baterky prinútime ísť krivo – vid' pokus 2. Ako model endoskopu použijeme kúsok hrubšieho optického vlákna dĺžky približne 30 cm (kúpené od firmy zaoberajúcej sa dekoračným osvetlením, cena cca 1,2 €/m), prípadne zväzok optických vlákien z dekoračnej lampy (cena cca 2-3 €).

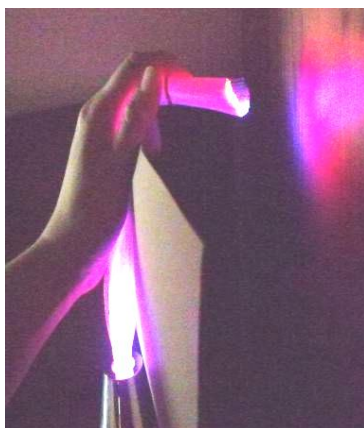


Obr. 4 - Pomôcky na zostrojenie modelu laparoskopického prístroja



Obr. 5 - Schéma navrhnutého modelu

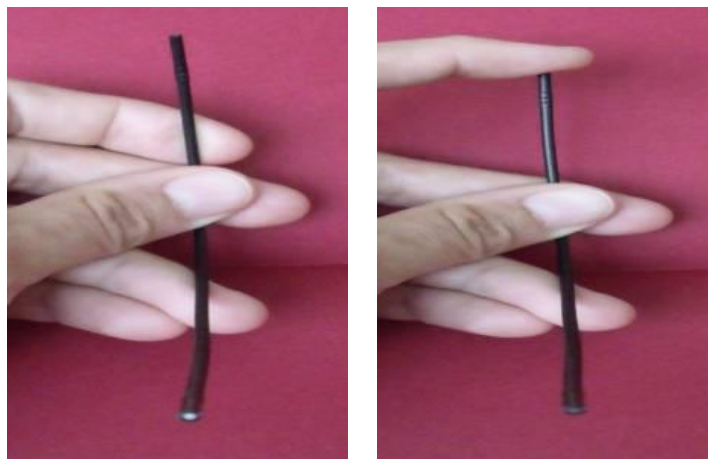
Pokus 2 – Svetlo vieme „prinútiť ísť krivo“



Obr. 6 - Vláknó je schopné zakriviť dráhu svetla

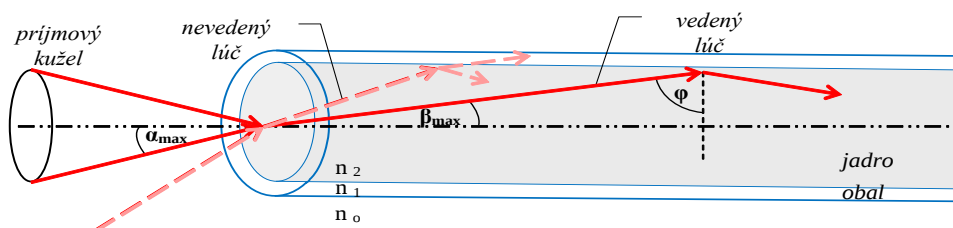
Pokus 3 – naviazanie svetla do optického vlákna

Na pokus použijeme polymérové optické vlákno s obalom (môže byť aj zväzok optických vlákien z dekoračnej lampy). Stačí, aby vlákno bolo na bežnom dennom svetle a na koncoch sa zdá, akoby svietilo. Ak zakryjeme jeden koniec vlákna, druhý koniec akoby prestal svietiť – obr. 7.



Obr. 7 - Demonstračný pokus - koniec vlákna svieti - nesvieti

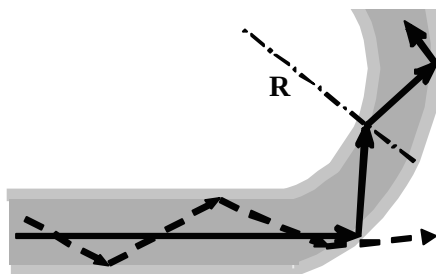
Ak máme šikovnejších študentov, k pokusu môžeme zaradiť príklad: Pod akým maximálnym uhlom sa lúč vstupujúci do vlákna bude vláknom šíriť, t.j. aký veľký bude príjmový kužeľ, obr. 8. Tu si žiaci preopakujú Snellov zákon lomu, podmienku totálneho odrazu, vyhľadajú z vhodných zdrojov dodatočné informácie o indexe lomu bežných polymérových optických vlákien (riešené v [1]).



Obr. 8 - Pojmy príjmový kužeľ, vedený, nevedený lúč

Pokus 4 – optické vlákno ohýbame

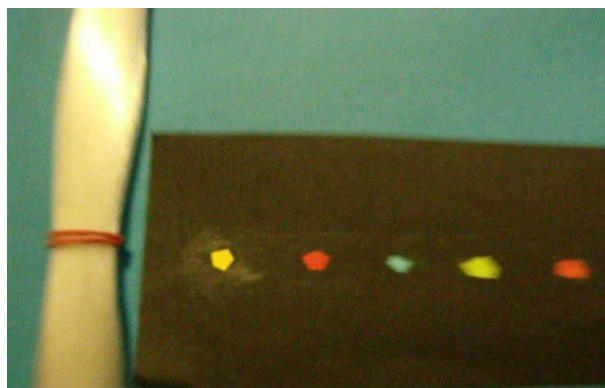
Na pokus použijeme polymérové optické vlákno (prípadne zväzok optických vlákien z dekoračnej lampy). Stačí, aby vlákno bolo na bežnom dennom svetle a na koncoch sa zdá, akoby svietilo. Ak začneme vlákno ohýbať na čoraz menší priemer, pozorujeme, že druhý koniec postupne prestáva svietiť. Ak použijeme vlákno bez obalu, v mieste ohnutia začne vlákno svietiť – dochádza ku stratám prenášaného svetla.



Obr. 9 - Optické vlákno ohýbame, dochádza k stratám

Pokus 5 – prenos obrazu (inšpirované históriou)

Pokus bol inšpirovaný históriou, kedy sa v roku 1929 vynálezca televízie J. L. Baird snažil preniesť obraz za roh laboratória. Obraz bol však veľmi nekvalitný. Podobne môžeme spraviť pokus so zväzkom optických vlákien z dekoračnej lampy- obr.10. Jeden koniec položíme na kontrastný obrázok (najlepšie obrazovka počítača, mobilu) a na druhom konci sledujeme prenesený obraz.



Obr. 10 - Prenos obrazu zväzkom optických vlákien

Záver

Jedna z možných metodík, ako zaradiť uvedené pokusy do vyučovania bola vyskúšaná u gymnazistov a priebeh hodiny je podrobne popísaný v článku [5].

PodĎakovanie

Príspevok je súčasťou riešenia grantovej úlohy KEGA č. 130UK-4/2013.

Literatura

- [1] Demkanin, P. *Fyzika pre 3. ročník gymnázia a 7. ročník gymnázia s osemročným štúdiom*, EDUCO, Prievidza 2012. ISBN 978-80-89431-37-
- [2] Horváthová, M. *Optické vlákna a ich využitie v praxi – Motivačná prezentácia pre žiakov gymnázií*, Tvorivý učiteľ fyziky V, Smolenice, 2012. Dostupné na sfs.sav.sk/smolenice/pdf_12/19_horvathova_m.pdf
- [3] http://www.hqc.com.hk/eng/loc_int_intnetwork.html
- [4] http://www.endoskopy.sk/fotky11570/fotov/_f_7DSCF4363.jpg
- [5] Horváthová, M. *Od modelu laparoskopického prístroja k jeho fyzikálnej podstate – úplnému odrazu*. In : Fyzikálne listy roč.18, č.2, 2013, ISBN 1337-7795.