

# Úplný odraz svetla v kontexte medicíny a informačných technológií

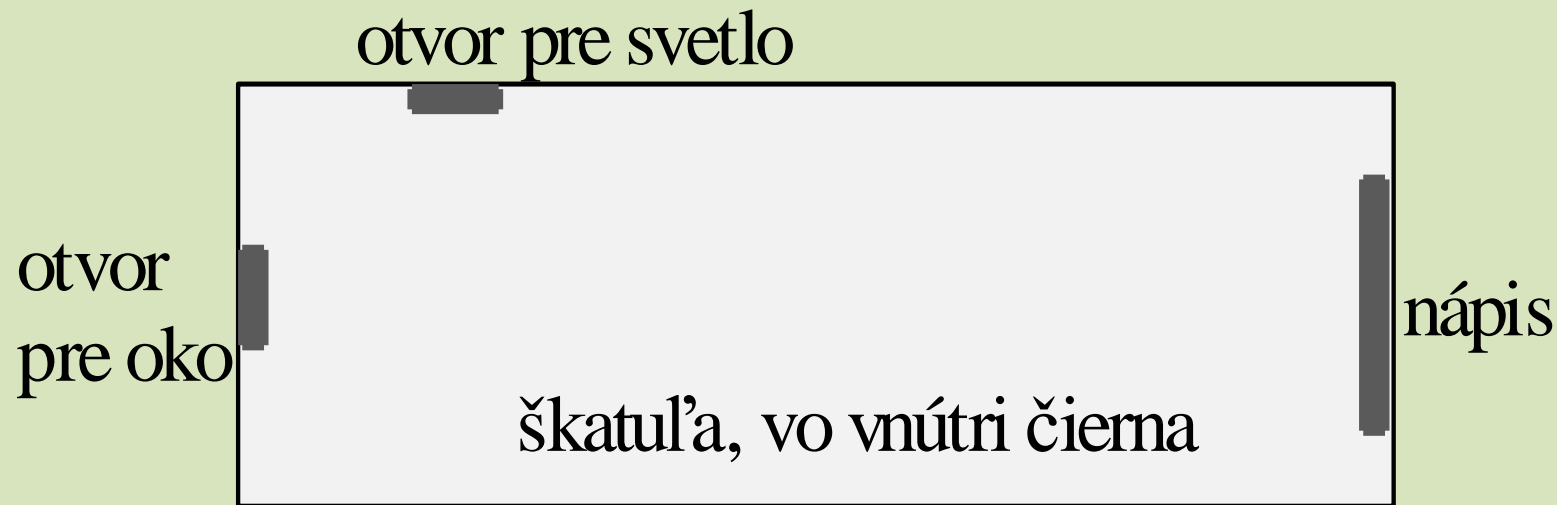
Vlachovice 2013

Martina Horváthová

FMFI UK, Bratislava

- Prečo téma úplný odraz ?
- Zvyčajný postup učebníc: vysvetlenie javu, v závere spomenuté aplikácie – náš námet: naopak
- Snaha o aktivizáciu žiakov
- Názorné pokusy
- Rôzne aplikácie v praxi
- Návrh dvoch vyučovacích hodín (vyššie gymn.)

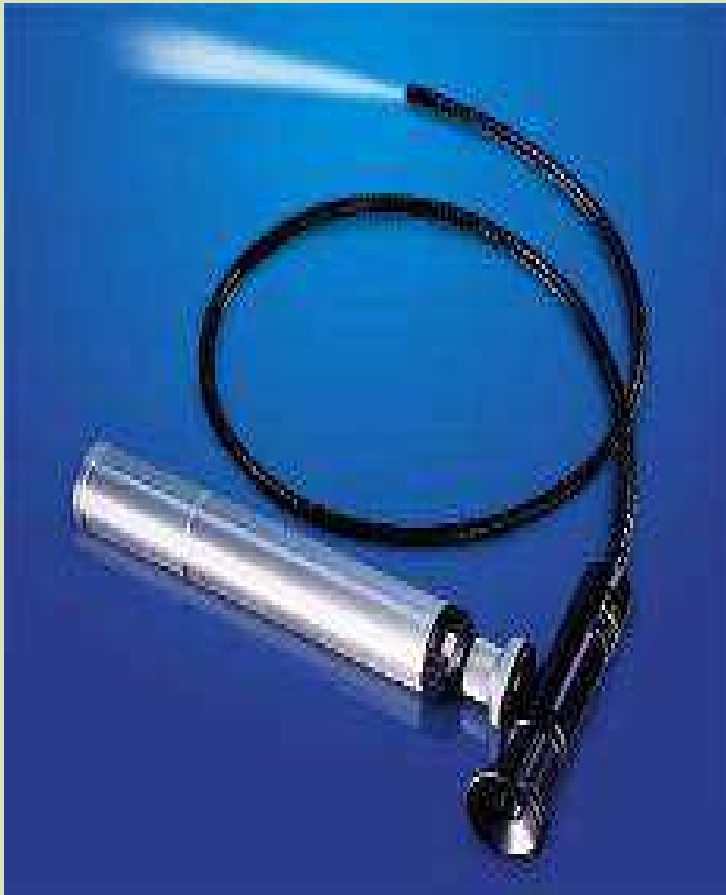
# Prvá vyučovacia hodina



Zistite, čo je na zadnej stene škatule oproti otvoru pre oko

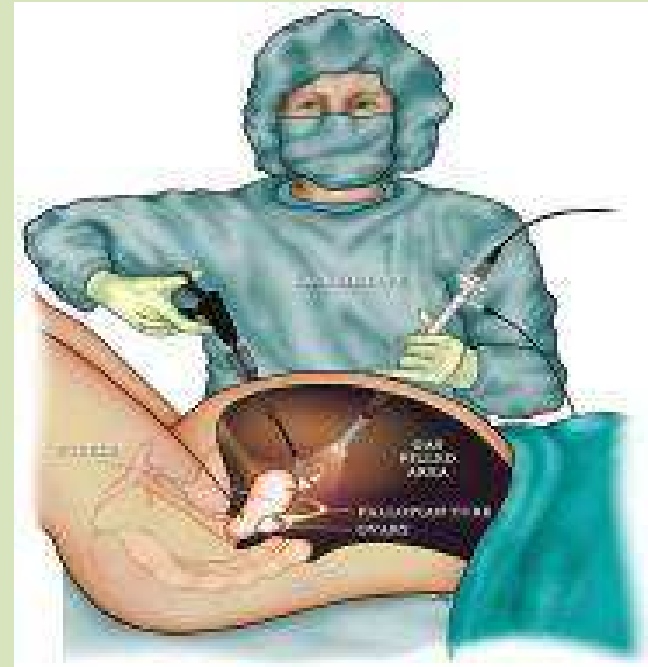
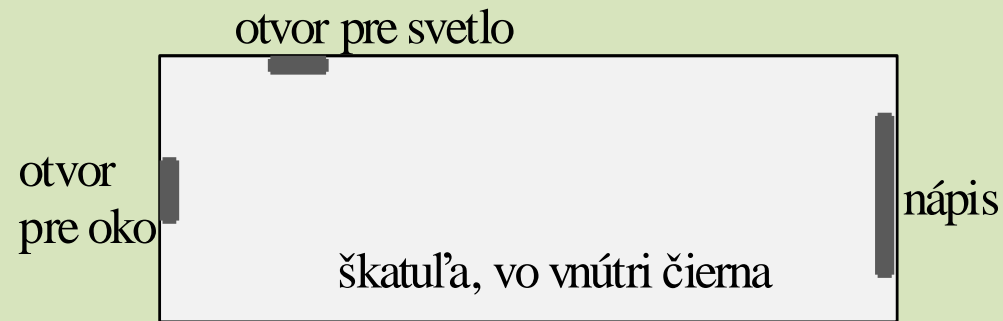
3 minúty - priestor pre žiacke návrhy

Endoskop, laparoskopická operácia  
(lapara – lat., mäkké miesto v tele, scopia – lat.,  
pozorovať, endo – vo vnútri)



5 minút - pomocný obrázok, medzipredmetová vsuvka

<b>Endoskopická vyšetrovacia metóda</b>	<b>Aký orgán tela touto metódou vyšetrujeme</b>
Gastroskopia	pažerák, žalúdok, dvanástorníka
Enteroskopia	tenké črevo
Kolonoskopia	hrubé črevo
Rektoskopia	konečník
Laryngoskopia	hrtan
Bronchoskopia	dolné dýchacie cesty
Kolposkopia	pošva, krček maternice
Hysteroskopia	maternica
Cystoskopia	močový mechúr
Thorakoskopia	hrudná dutina, pohrudnica a pľúca
Mediastinoskopia	uzliny v medzihrudí
Otoskopia	vonkajší zvukovod, bubienok
Rhinoskopia	nosová dutina
Oftalmoskopia	meranie očného pozadia
Artroskopia	väčšie kĺby



Čo má náš model so  
skutočnosťou spoločné a čo  
rozdielne?

# Svetlo vieme dostať „za roh“



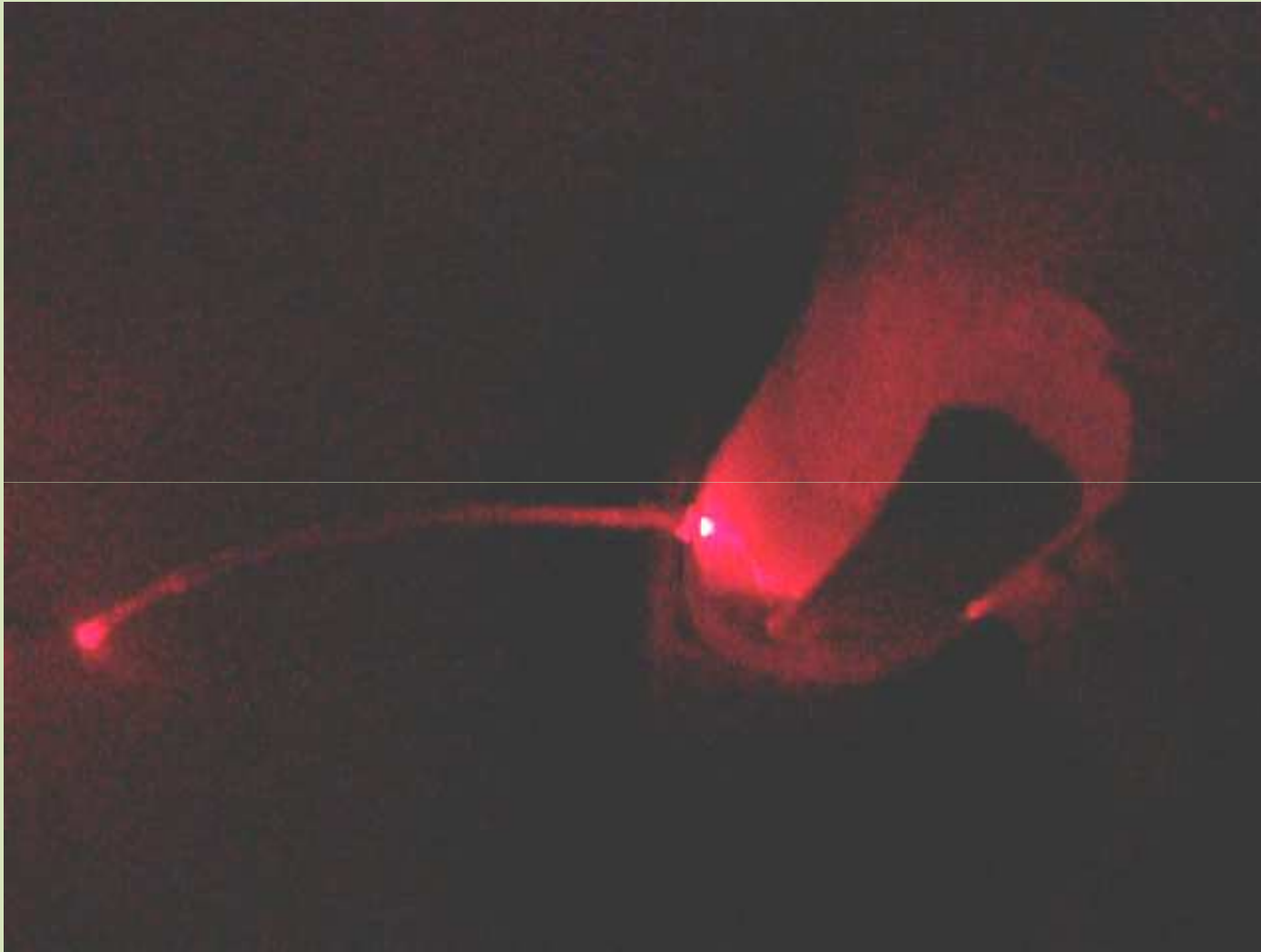
5 minút - demonštračný experiment, učiteľ, študenti, +  
vyriešenie problému s nápisom v škatuli z úvodu hodiny

# Prečo ide svetlo vo vnútri trubice (vlákna) krivo?

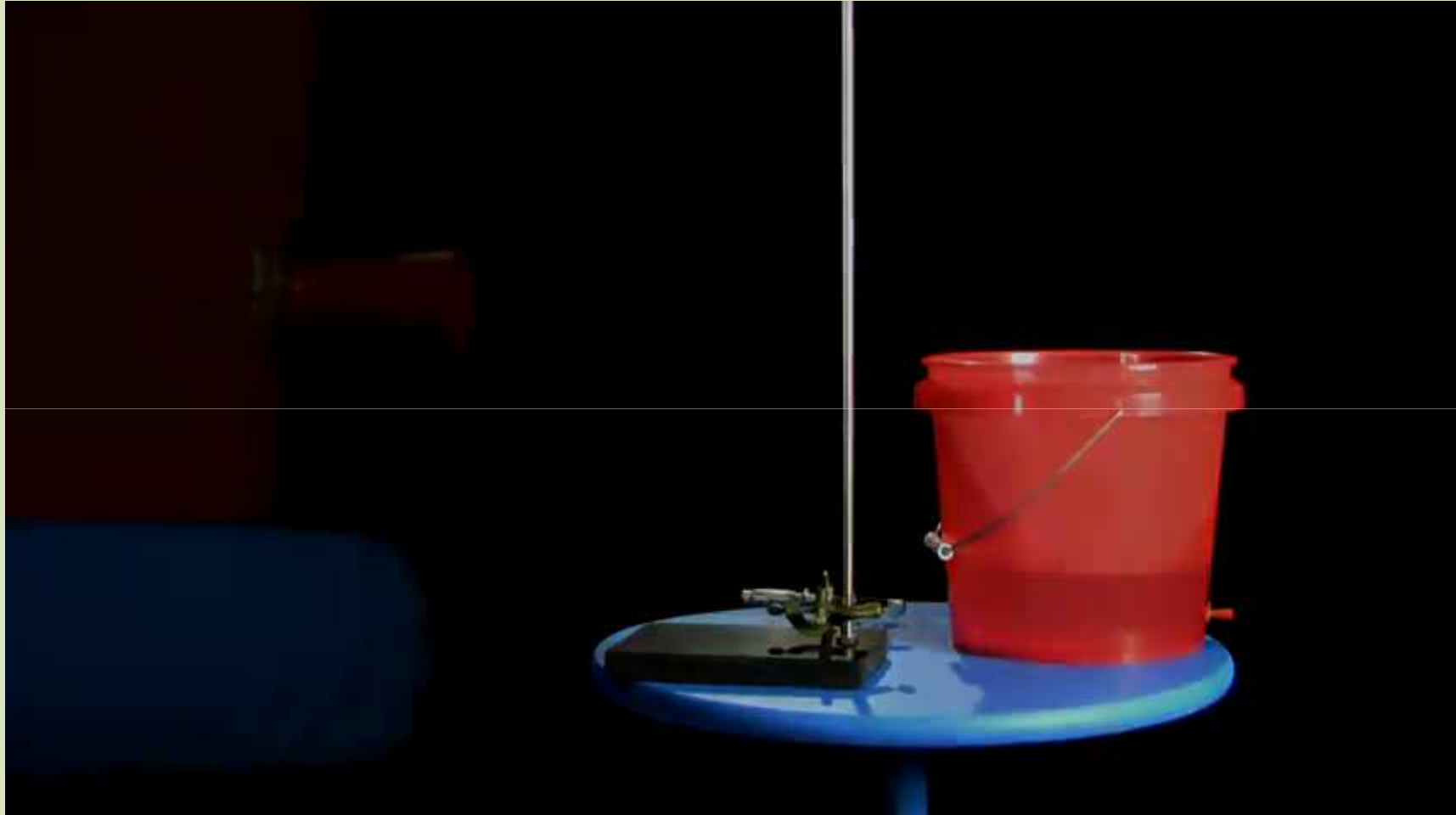
20 minút - séria demonštračných experimentov učiteľa aj študentov



# POKUS - VIDEO

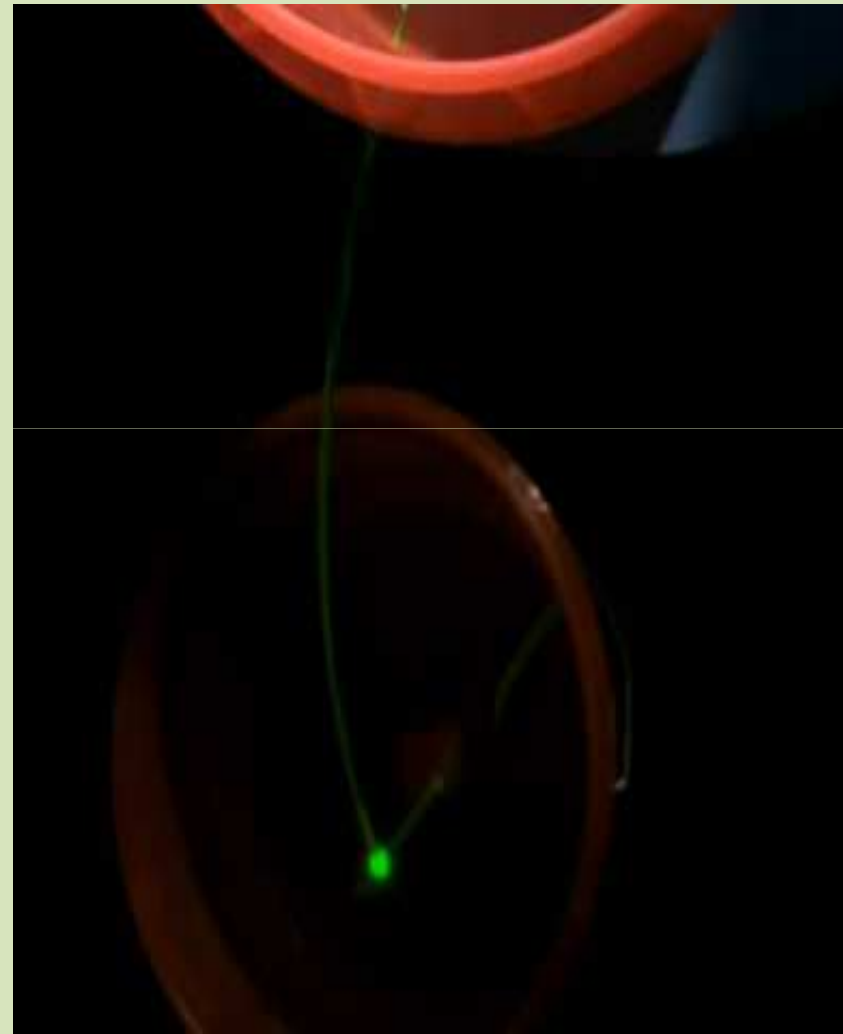
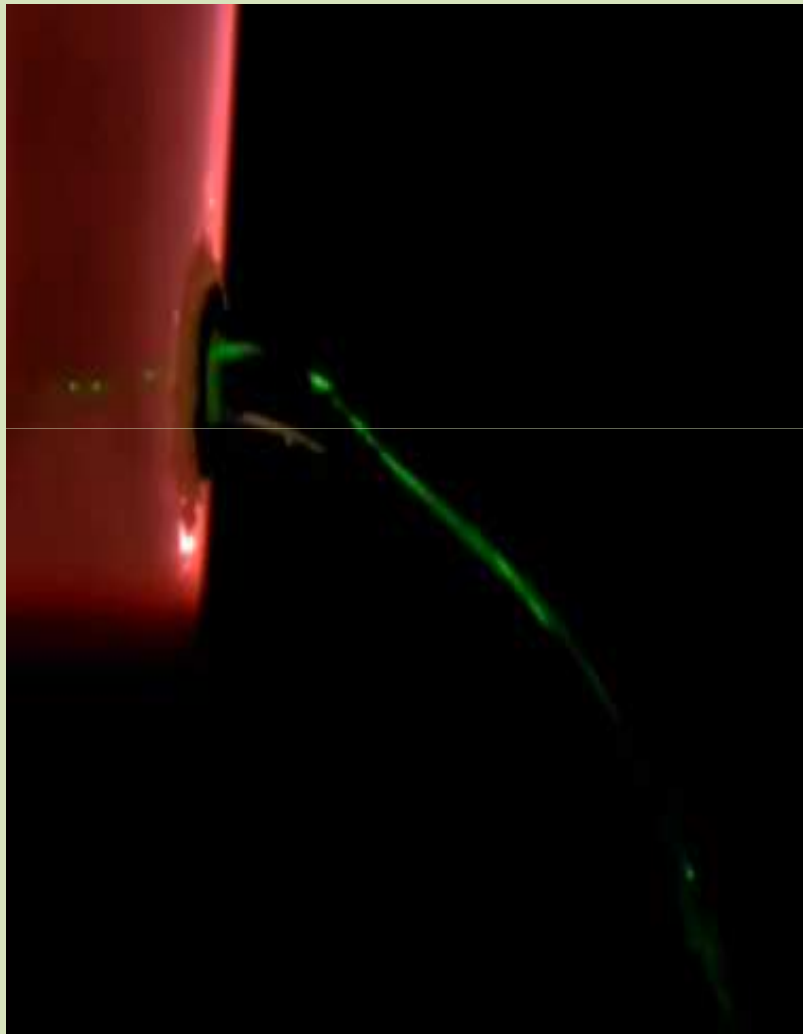


# POKUS - VIDEO



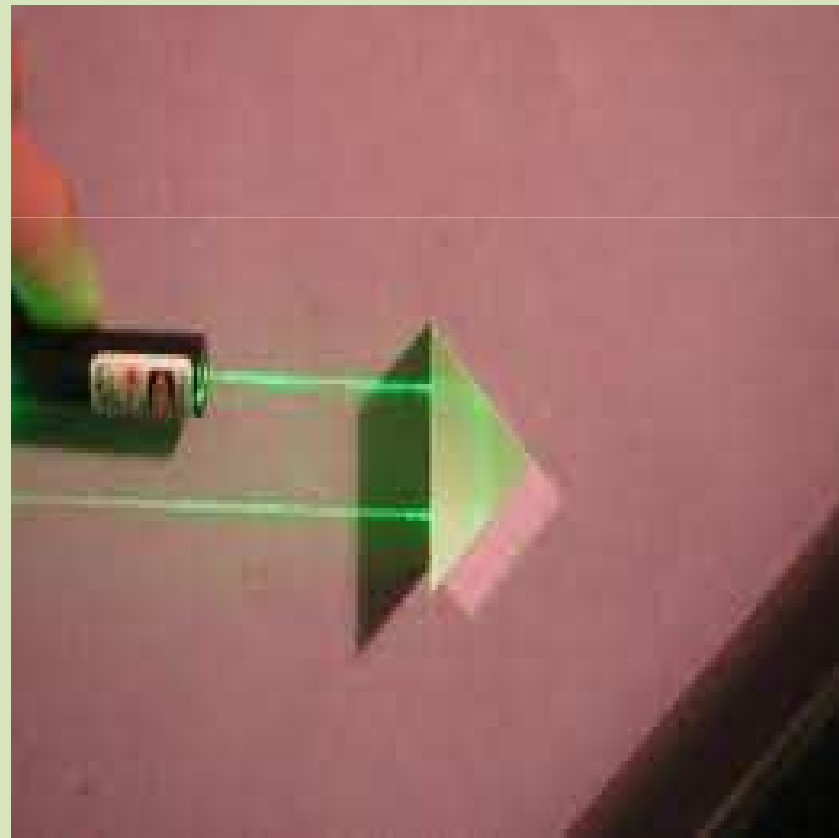
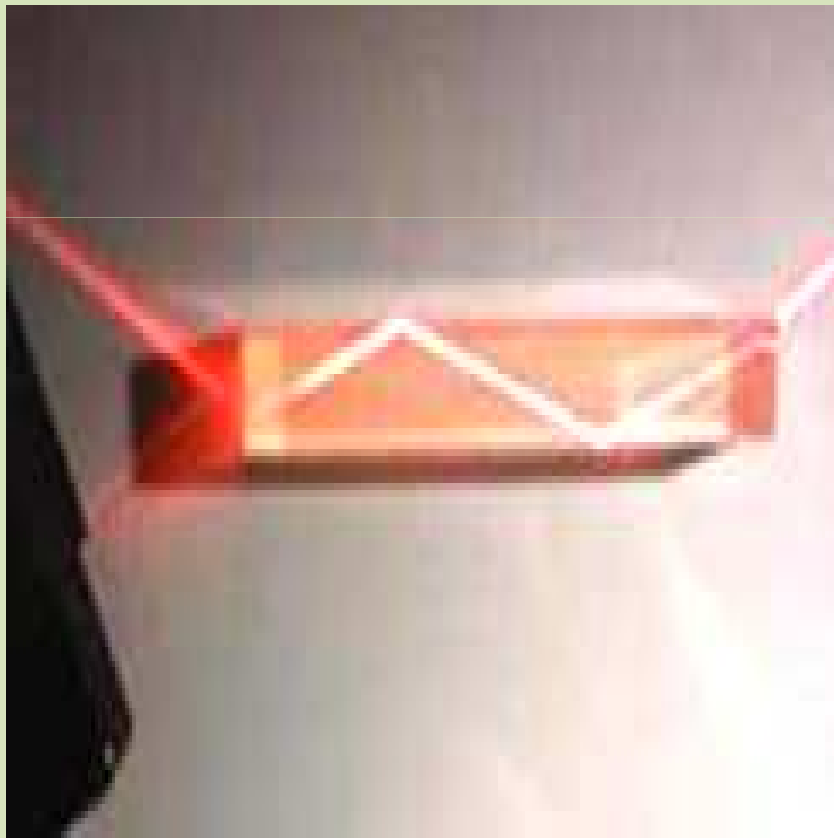
[http://www.youtube.com/watch?v=0MwMkBET\\_5I](http://www.youtube.com/watch?v=0MwMkBET_5I)

# Pokus s vytekajúcim prúdom vody z PET fľaše – čo sa deje s lúčom?

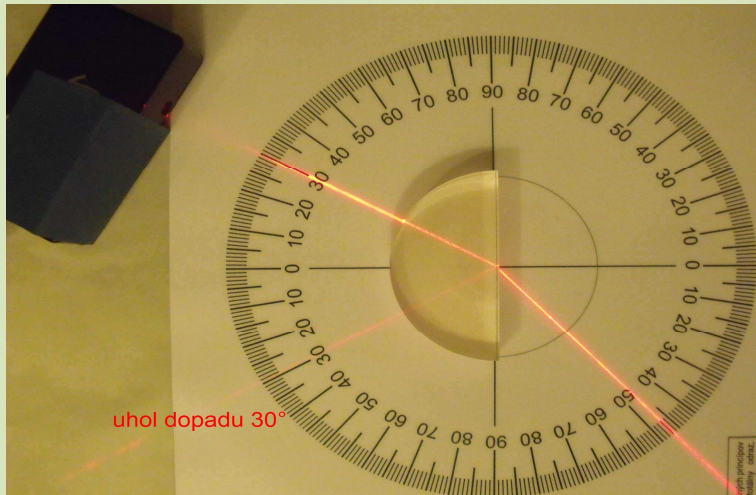


[http://www.youtube.com/watch?v=0MwMkBET\\_5I](http://www.youtube.com/watch?v=0MwMkBET_5I)

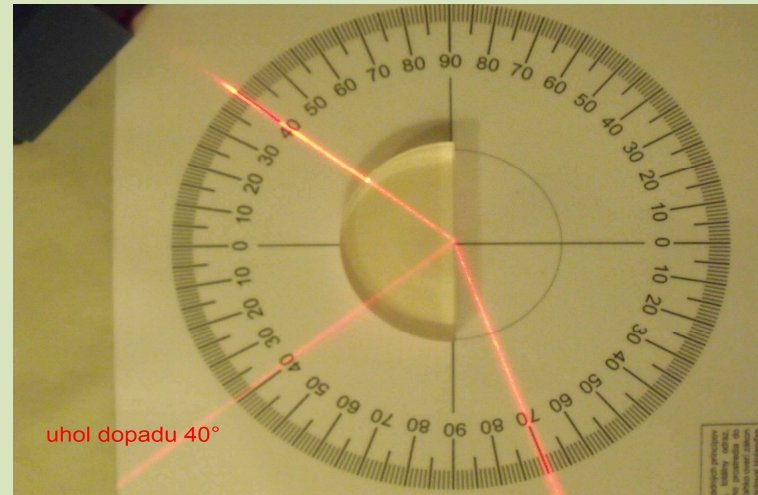
O aký fyzikálny jav ide, od čoho závisí?



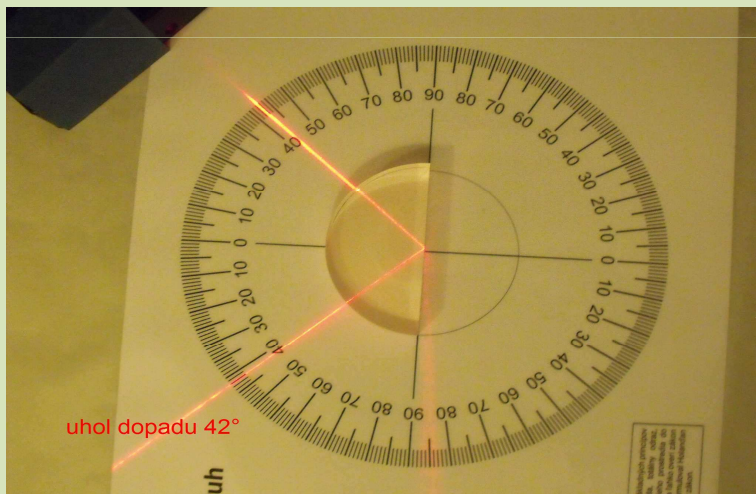
## Rozhranie plexisklo - vzduch



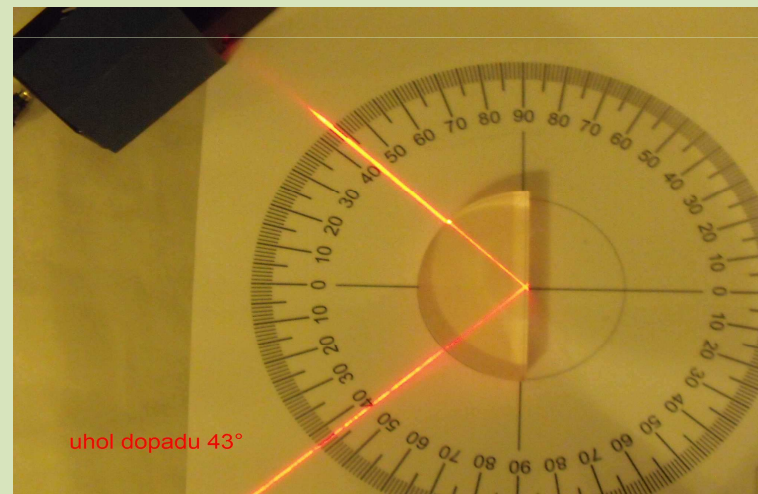
**Uhol dopadu 30°**



**Uhol dopadu 40°**



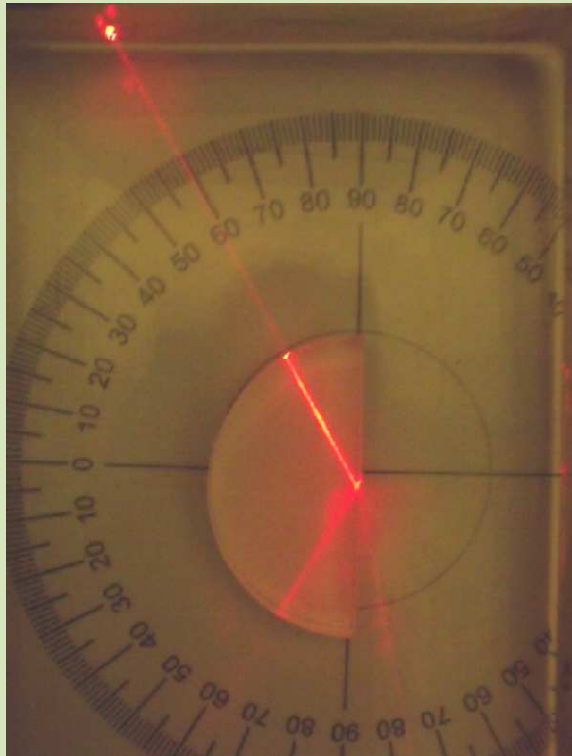
**Uhol dopadu 42°**



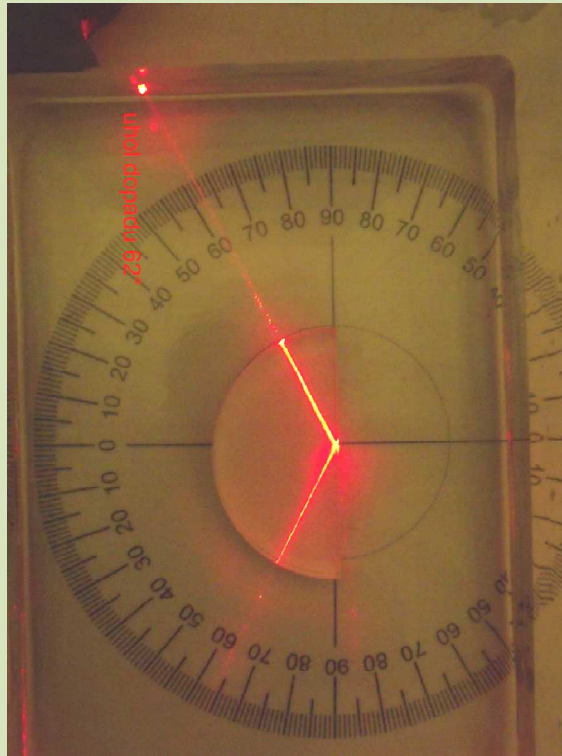
**Uhol dopadu 43°**

3 minúty - pozorovanie, od čoho závisí úplný odraz – 1. uhol dopadu, pojem medzný uhol

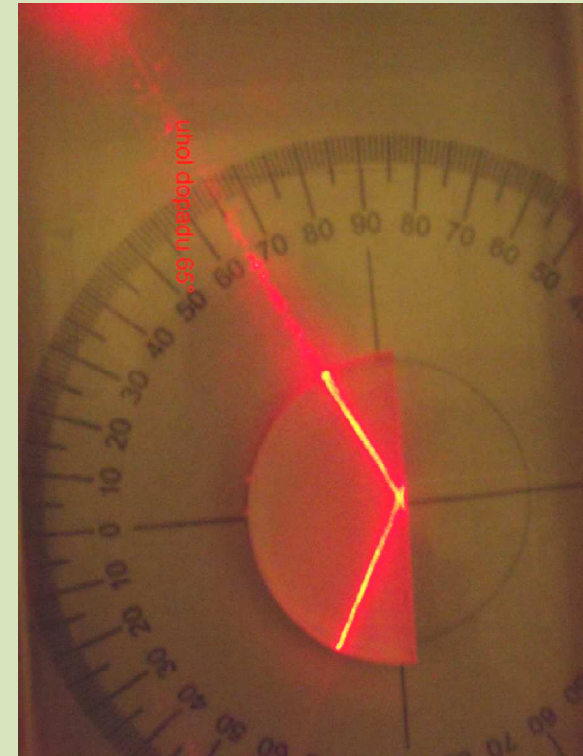
## Rozhranie plexisklo - voda



Uhol dopadu  $60^\circ$



Uhol dopadu  $62^\circ$



Uhol dopadu  $65^\circ$

3 minúty - pozorovanie, od čoho ešte závisí úplný odraz – 2. od optických charakteristík prostredí na rozhraní

# Overenie Snellovho zákona

1. Rozhranie sklo – vzduch – meriame medzný uhol dopočítame index lomu plexiskla - overenie s tabuľkovou hodnotou

2. Rozhranie sklo – voda – výpočtom určíme medzný uhol, overíme pokusom

cca 10 minút - meranie po skupinách

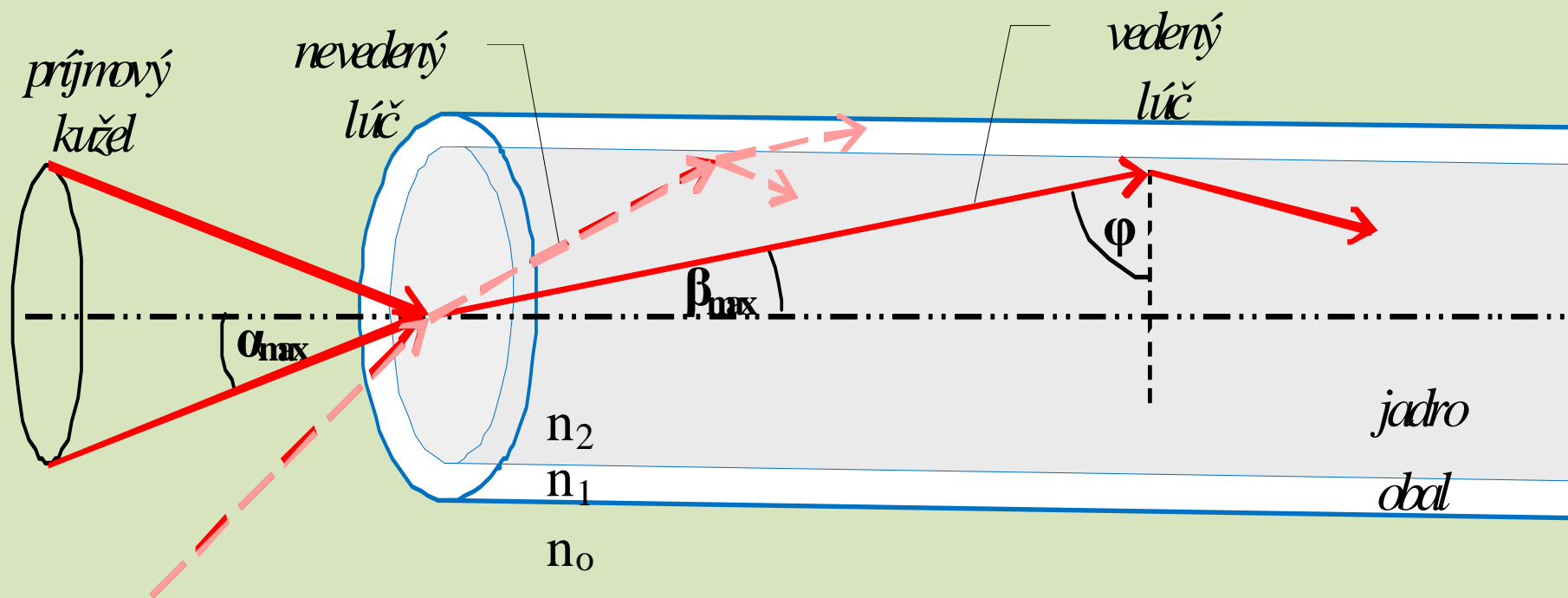
# Optické vlákno je schopné naviazať svetlo



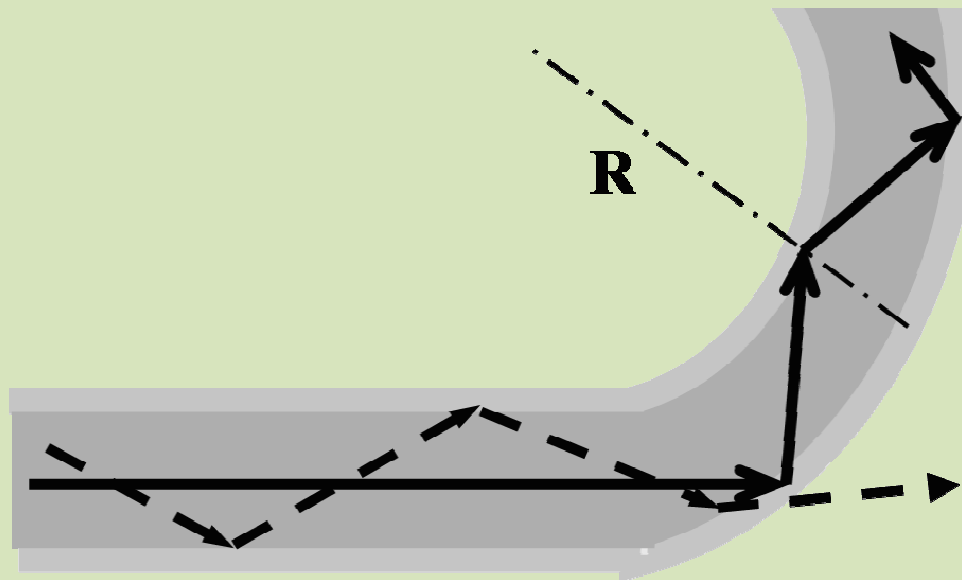
3 minúty - pozorovanie, študenti, vysvetlenie, možný pokus –dlhšie vlákno vysielat' signály (svetlo – tma) morzeovkou .



# Optické vlákno



Otázka : Čo sa stane so svetlom, ak zmenšujete polomer ohnutia vlákna?



2 minúty - pozorovanie, študenti, vysvetlenie, pokus s vláknom bez obalu, v mieste ohybu svieti

## Záver prvej hodiny

Svetlo sa šíri priamočiarno (presnejšie po dráhe s minimálnym časom)

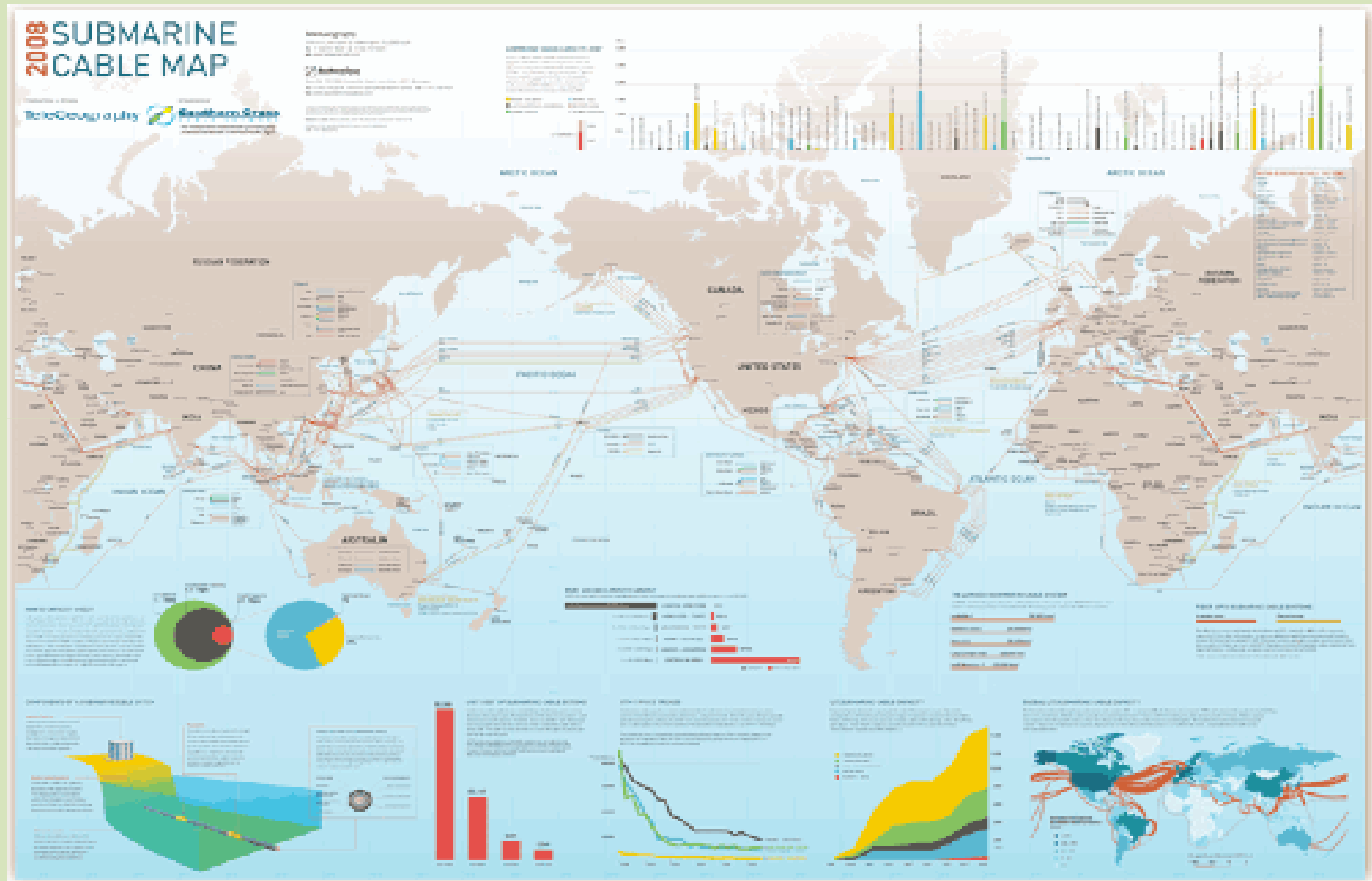
Ak chcem dráhu zakriviť (dostať svetlo za roh) – pomôžem si najpraktickejšie úplným odrazom

Kedy dôjde k úplnému odrazu závisí od uhla a optických charakteristík prostredí

# Druhá vyučovacia hodina

The screenshot shows a news website interface. At the top, there is a green navigation bar with categories like 'Domov', 'Spravy', 'Recepty', 'Podcasty', 'Podobne', 'Film', 'Bazár', 'Kvíz', 'Hry', 'Job & IT', and 'AutoMoto'. Below this is a search bar and a row of quick links: 'Nový článok', 'Tlačenie', 'RSS', 'Facebook', 'Twitter', 'LinkedIn', 'YouTube', 'Instagram', and 'Pinterest'. The main article title is 'Na východe Afriky boli zničené štyri podmorské optické káble'. The text of the article is partially visible, mentioning 'Po nešťastí... bol poškodený podmorský optický kábel, ktorý zabezpečoval pripojenie východnej Afriky ku globálnej informácii cez Európu a Stredný východ. Informoval o tom zdroj [AFP](#).' The right side of the page features a large photograph of a blue car parked in front of a two-story house. At the bottom of the page, there are social media sharing icons for Facebook, Twitter, and LinkedIn.

# KDE VŠADE SÚ ULOŽENÉ OPTICKÉ KÁBLE?



<http://gcaptain.com/the-2008-submarine-cable-map/?1605>

## História

-**Ďaleká história** - oheň, dym - jedna informácia, pomerne malé vzdialenosti (dnes semaforey)- značne závislé od vonkajších podmienok.

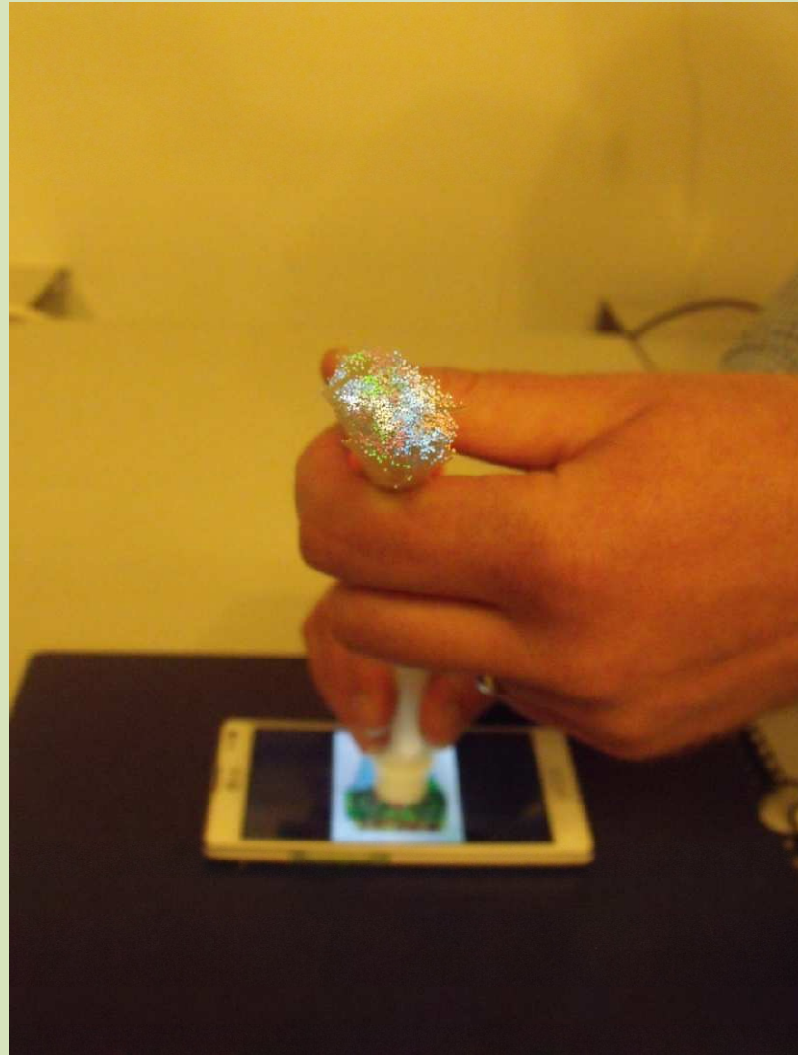
-**Druhá polovica 19.storočia** - priemyselný rozvoj - potreba prenosu väčšieho množstva informácií : elektrotechnické objavy: *telegraf* (**Morse**, 1844) a *telefón* (**Bell**, 1870), neskôr *dial'nopis*.

-**1880 A.G.Bell** – *fotofón* – prenos reči na priamu vzdialenosť cca 200m, veľmi závislé od vonkajších podmienok

-**1929 J.L.Baird** (vynálezca televízie) prenos obrazu za „roh laboratória“  
- kábel z tisícky sklenených vlákien – obraz veľmi nekvalitný → svetlo nevhodné na prenos signálu, vhodnejšie rádiové vlny (1-10 GHz) s použitím koaxiálnych káblov (kapacita prenosu 10 Mb/s)

-**Začiatok 2. polovice 20. storočia** – myšlienka využiť svetlo na prenos informácií

# Pokus prenos obrazu – J. L. Baird – vynálezca televízie, 1929



## História

-**1960 T. Maiman** – objav lasera (možnosť 1000 krát viac hovorov ako pomocou rádiových vln šírených koaxiálnymi káblami) – problém neexistencie vhodného média na prenos

-**1965 Charles Kao** - nápad použiť sklenené vlákna zdroj LED + nedokonalá technológia výroby OV = straty až 1 dB na 33 cm dĺžky OV

-**2009 Nobelova cena za fyziku : Charles Kao**



<http://1.bp.blogspot.com/Xu1Sdat4pgU/Ss4a8Uaf3pl/AAAAA AAAB40/hhwKS3c al/s400/Charles+Kao.jpg>



<http://t3.gstatic.com/images?q=tbn:ANd9GcRwMmluCDSz0X2uVPM4t-8T1G478cufKbmqZJrFZBSrbsb411WVEw>



## Zaujímavosti

- tabuľa zo skla na výrobu OV s hrúbkou 110 km je rovnako priehľadná, ako tabuľa skla v okne s hrúbkou cca 1 cm (videli by sme napríklad na dno Mariánskej priekopy)
- všetky dnes používané optokáble omotajú Zem asi 25-tisíckrát + každú hodinu toto vlákno narastie o niekoľko tisícok km
- prvý zaoceánsky atlantický kábel z OV: 1988 - kapacita 40 000 hovorov. prelom storočí - kapacita viac ako 3 milióny hovorov
- Lord Kelvin (William Thompson, 1824-1907) bol povýšený do šľachtického stavu vďaka svojej práci pri kladení transatlantických káblov
- v roku 1866 pri prenosovej rýchlosti 8 slov za minútu medzi Kanadou a Írskom bola cena za prenos 20 slov 100 USD

Cyrus W. Field – americký finančník , júl 1866,  
( 8 slov za minútu, cena za 20 slov bola 100 USD)



<http://atlantic-cable.com/Images/EighthWonderL.jpg>


<b>Transatlantický kábel</b>	<b>rok</b>	<b>Rýchlosť prenosu</b>
Atlantic, Írsko- Newfoundland	1858	Niekoľko slov za hodinu
Atlantic, Írsko-Newfoundland	1866	6 - 8 slov za minútu
Dlhé káble s automatickým prenosom	1898	40 slov za minútu
Newfoundland-Azory	1928	400 slov za minútu
Atlantic, TAT-1	1956	36 telefonických kanálov
Atlantic, TAT-2	1959	48 telefonických kanálov
Atlantic, CANTAT	1961	80 telefonických kanálov
Atlantic, TAT-3	1963	138 telefonických kanálov
Atlantic, TAT-5	1970	845 telefonických kanálov
Atlantic, TAT-6	1976	4,000 telefonických kanálov
Atlantic, TAT-8	1988	280 Mbits/s (40,000 telefonických kanálov)
Atlantic, TAT-9	1992	2 x 565 Mbits/s (2*80,000 telefonických kanálov)
Atlantic TAT-12/13	1996	2 x 5 Gbit/s
Atlantic, TAT-14	2001	4 x 16 x 10 Gbit/s - 640 Gbit/s (9,700,000 telefonických kanálov).
Atlantic, VSNL (TGN)	2001	2 x 2,520 Gbit/s
Hibernia Atlantic (daný do prevádzky v 2001, čiastočne	2007	10 Gbit / s na transatlantickej časti, 40 Gbit / s z Bostonu do Nového Škótska. 1.9TB systémovej

# Vizualizácia trasy

www.yougetsignal.com/tools/visual-tracert

## Visual Trace Route Tool

approximate geophysical trace



trace information

Host trace to oscar.org  
10 hops / 2.7 seconds

- 1. 1402.241.198.253
- 2. 198.199.99.242
- 3. telia.net
- 4. telia.net
- 5. telia.net
- 6. telia.net
- 7. rackspace.net
- 8. rackspace.net
- 9. rackspace.net
- 10. 67.192.79.234

~5,464 miles traveled

Redraw Trace

trace the path to a network

Remote Address:

Use Current IP

Host Trace

<http://www.yougetsignal.com/tools/visual-tracert/>

## Ako sa optické káble dostali do mora?

Motivačné videá ako sa ukladá podmorský kábel

[http://www.youtube.com/watch?v=KulqAHJ16UQ&feature=results\\_main&playnext=1&list=PL7F1CFBDFAD6666BA](http://www.youtube.com/watch?v=KulqAHJ16UQ&feature=results_main&playnext=1&list=PL7F1CFBDFAD6666BA) (3:30 – 4:27)

[http://www.youtube.com/watch?v=XQVzU\\_YQ3IQ](http://www.youtube.com/watch?v=XQVzU_YQ3IQ) ( celé 1:07)

Pokladanie podmorského kábla v minulosti :

<http://www.youtube.com/watch?v=JLVFKHJcBMM&feature=related>

Ako sa vyrába optické vlákno:

<http://www.youtube.com/watch?NR=1&feature=endscreen&v=u1DRrAhQJtM>

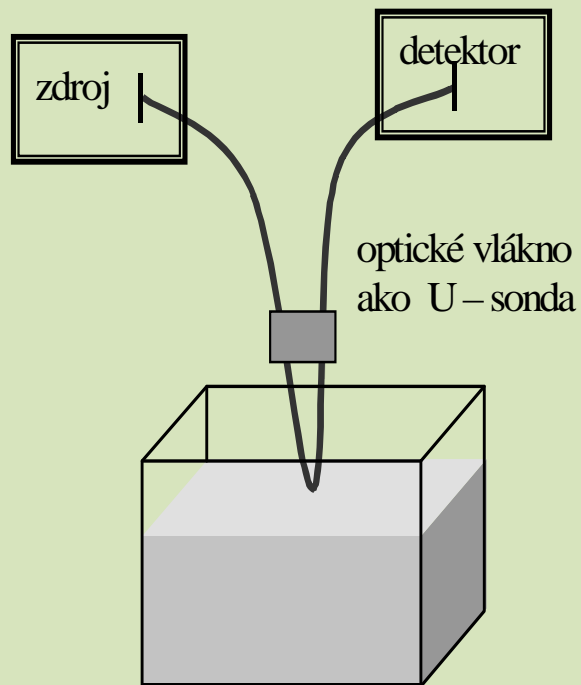


## ĎALŠIE VYUŽITIE OPTICKÝCH VLÁKIEN - SENZORY

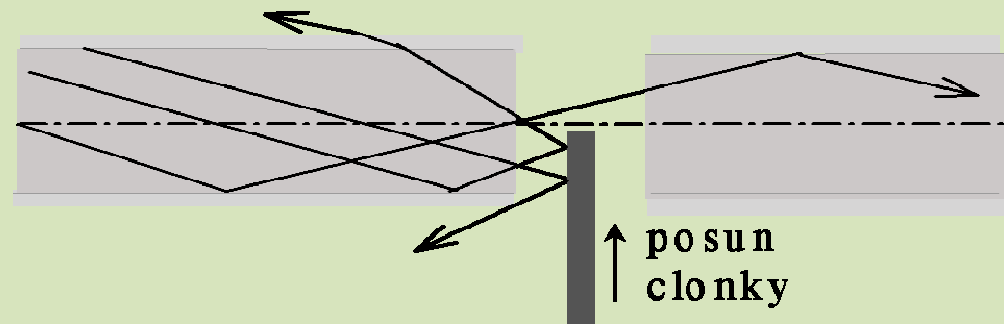
**Senzory** (automobilový a letecký priemysel, vojenstvo, automatizácia)

**-Na čo by mohli senzory na obrázkoch využiť? Porozmýšľajte.**

*senzor hladiny kvapaliny*

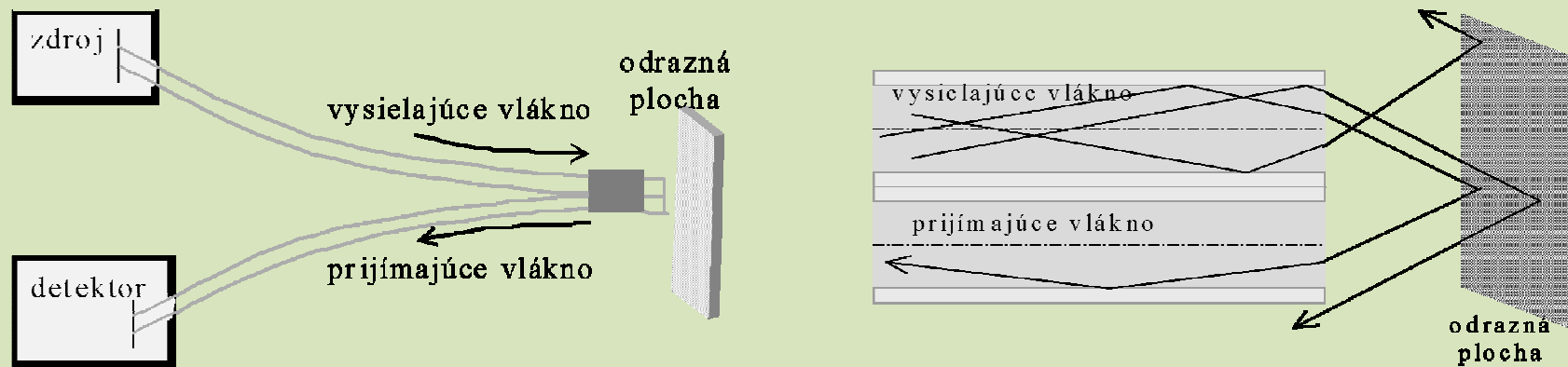


*transmisný senzor*

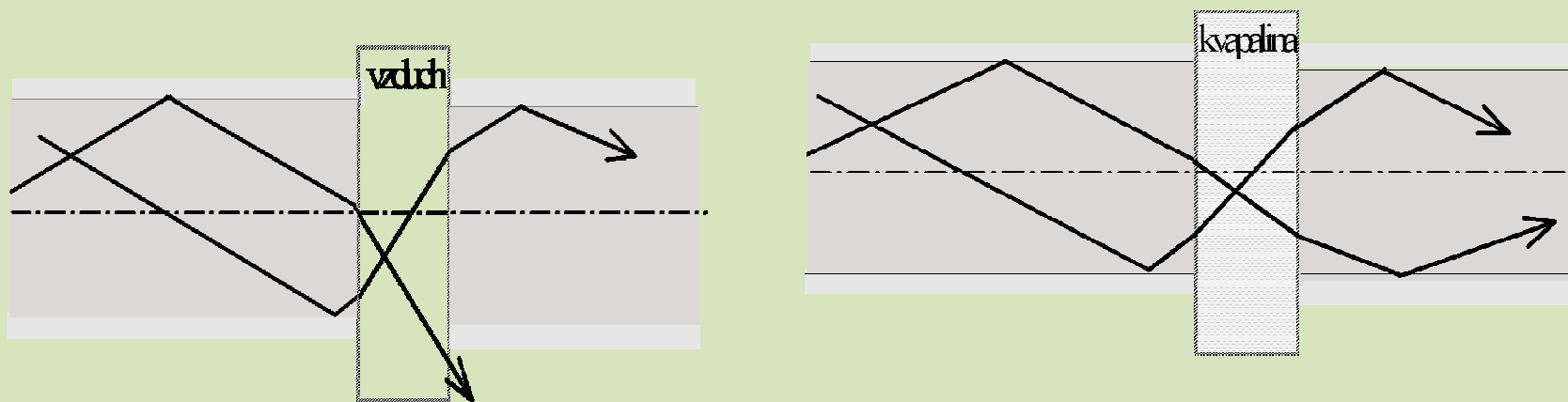


# ĎALŠIE VYUŽITIE OPTICKÝCH VLÁKIEN - SENZORY

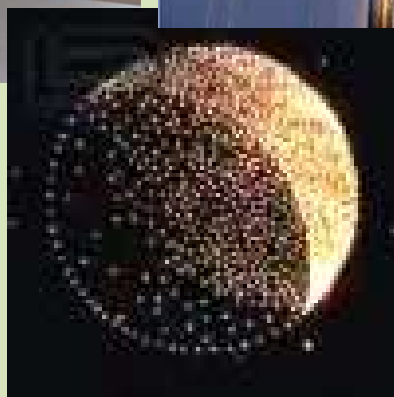
## Reflexný senzor



## Transmisný senzor prítomnosti kvapaliny



## ĎALŠIE VYUŽITIE OPTICKÝCH VLÁKIEN – DEKORAČNÉ OSVETLENIA



<http://www.ledeco.sk/>



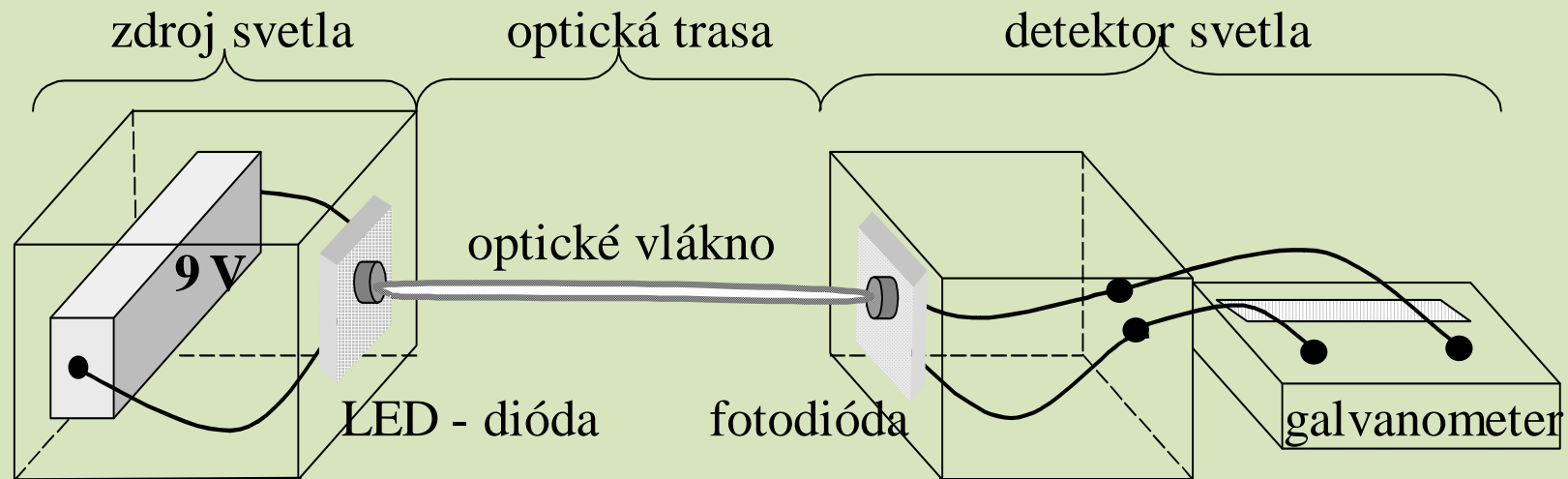
## Ďalšie pokračovanie témy – kvantitatívne pokusy

Dajú sa využiť komerčné aparatúry



## Ďalšie pokračovanie témy – kvantitatívne pokusy

Možnosť vyrobiť si vlastnú aparatúru – zdroj (intenzívna žiariaca LED, laser, batéria), detektor (fotodióda, multimeter), optické vlákno, konektory



-Vyžarovacia charakteristika (príjmový kužel)

-Výchylky pri spájaní vlákien (priečne, pozdĺžne, uhlové )

-Ohyb vlákna (závislosť intenzita svetla na výstupe od polomeru otočenia, od počtu závitov)

-Mikroohyb vlákna (meranie hmotnosti, poplašné zariadenie)

Senzory – reflexné, transmisné, hladiny kvapaliny (U-sonda)

# Ďakujem za pozornosť

Martina Horváthová  
FMFI UK Bratislava

tinahorvi@gmail.com

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