

# Světelné vlnění

*Byl to docela jednoduchý experiment. Přesto navždy změnil náš pohled na svět.*

Co je světlo? Jak asi tušíte, touto otázkou se zabíralo mnoho žen a mužů. Jejich odpovědi byly rozmanité. Christiaan Huygens v 17. století tvrdil, že se světlo šíří podobně jako vlny na vodní hladině. Newton s ním ostře nesouhlasil, protože se domníval, že se světlo skládá z drobných částic, které se podobají např. malým střelám.



Tyto dva hlavní názory vzbuzovaly mezi vědci vášnivé debaty více než 150 let. Thomas Young pak ale do této diskuse vnesl zásadní příspěvek: nechal totiž světlo projít dvěma úzkými šterbinami ležícími těsně vedle sebe. Kdyby měl pravdu Newton, dva paprsky vycházející z těchto šterbin by měly na stínítku vytvořit dvě drobné skvrny. Jejich jas by měl být větší v místě, kde by se překrývaly. Young však zjistil něco úplně jiného. Podle jeho názoru se tak nade vši pochybnost prokázalo, že světlo je vlnění.

O dalších 100 let později však Einstein a Planck prokázali, že světlo není jen prostá vlna, a že Newton, Huygens i Young měli zčásti pravdu a zčásti se i mýlili. Ale kdo ví, možná že někdo brzy opraví i Einsteinův a Planckův názor. I kdyby k tomu však došlo, Youngův jednoduchý experiment přinesl tolik nových otázek, že podobné pokusy stále provádějí tisíce vědců i dnes. A zatímco vědci tímto způsobem získávají nové poznatky o přírodních zákonech, technikům slouží tento fyzikální jev k jednomu z nejpresnějších způsobů měření, jaký známe.

V následujících pokusech uvidíte to, co při nich spatřil i Thomas Young. Nejenže uvidíte, že se světlo chová jako vlnění, ale budete moci i změřit jeho vlnovou délku.

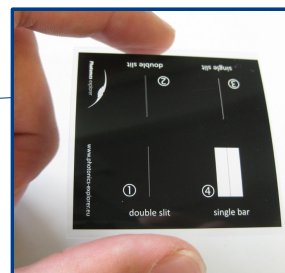


**Při těchto pokusech musíte bezpodmínečně dodržovat pravidla bezpečné manipulace s laserem!**

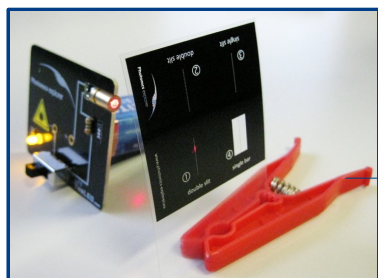
**Příprava:** Připravte si alespoň 8 cm široké stínítko, např. kus papíru upevněný na krabici. Laser postavte do vzdálenosti o málo větší než jeden metr od stínítka. Po zapnutí laseru byste měli vidět uprostřed stínítka drobnou světelnou stopu. Pokud laser nebudete právě používat, vždy jej vypněte!



1 Uchopte **černou destičku** za hrany a dbejte, abyste na ní nezanechali otisky prstů, ani škrábance. Pozorně si prohlédněte políčka označená symboly ① a ②. Co na nich vidíte?



Pokusná destička



Ustavení destičky

**Dvě šterbiny:** destičku je vhodné ustavit do kolíku na prádlo ve vzdálenosti asi 20 cm od laserového modulu. Dbejte, aby odraz od destičky směřoval dolů!



2 Laserový paprsek namířte na dvě rovnoběžné průhledné linie v políčku označeném ①, a poté na ty v políčku ②.

Co vidíte na stínítku? Načrtněte oba **světelné obrazy** zde:



①

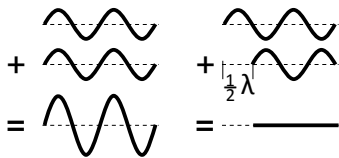
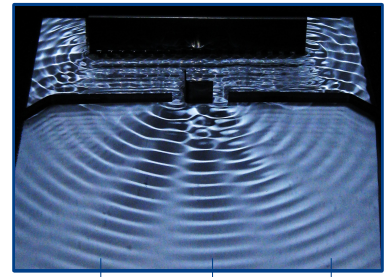


②



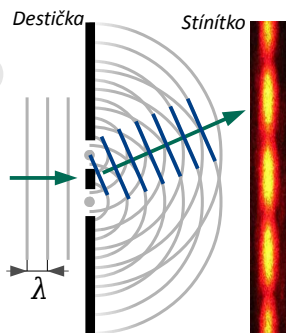
3 Co má vliv na vzhled těchto světelných obrazců? Jaký je např. rozdíl mezi políčky ① a ②? Jak se obrazce změni, **otočíte-li** destičkou nebo změníte **vzdálenost** mezi destičkou a stínítkem? Zapište si, co jste zjistili, abyste mohli tyto poznatky prodiskutovat se spolužáky.

Světelné obrazy, které jste viděli, se nazývají difrakční obrazce. Vznikají současným působením dvou fyzikálních jevů: 1. **Difrakce**. Po průchodu úzkými štěrbinami světlo nepokračuje po přímé dráze. Namísto toho se rozptýlí. Jinak byste na stínítku viděli pouze dvě stopy, totiž za každou štěrbinou jednu. 2. **Interference**. Světlo, které se rozptýlí za štěrbinami, se skládá (interferuje) s ostatními částmi téhož světelného paprsku. Jinak byste při pohledu kolmo ke štěrbině viděli jen dlouhou zářící příмку. Drobné (!) skvrny, které vidíte po obou stranách středové stopy jsou tedy stopy **řádů difrakce**. Obvykle se číslují od středu směrem ven.



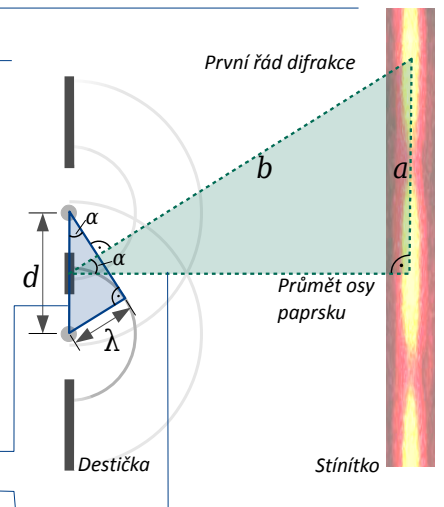
Konstruktivní a destruktivní interference

**4** Proč jsou v difrakčním obrazci **světlá** a **tmavá** místa?



Vlnoplochy v okolí dvou štěrbin

S trochou geometrických znalostí lze snadno vypočítat, ve kterých místech se světlo ze dvou štěrbin bude skládáním zesilovat, tj. konstruktivně interferovat. V nákresu na levé straně to je ve směru k maximu prvního řádu, tedy ke stopě, která bezprostředně sousedí se stopou přímého paprsku na stínítku. Při podrobnějším pohledu na obrázek vpravo je vidět, že úhel  $\alpha$ , pod kterým se světlo ohýbá, se zde vyskytuje dvakrát. A není to jen samotný úhel  $\alpha$ . Celý trojúhelník zakreslený plnou čarou je **podobný** mnohem většímu **trojúhelníku** zakreslenému čárkovaně (obrázek ale není v měřítku!  $b$  je ve skutečnosti mnohem větší než  $a$ ).



**5** Ve skutečnosti je samozřejmě tečkovaný trojúhelník mnohem větší než na tomto nákresu. Díky podobnosti trojúhelníků však lze snadno dosadit důležité veličiny tohoto pokusu do jediné **jednoduché rovnice**. Každá veličina odpovídá jedné ze stran těchto trojúhelníků. Sestavte tedy prosím tuto rovnici:

$$\frac{\text{vlnová délka } (\lambda)}{\text{vzdálenost štěrbin } (d)} = \frac{\quad}{\quad}$$

**6** Některé z veličin této rovnice můžete dokonce odměřit přímo v obrázku. Vzdálenosti mezi štěrbinami v políčkách ① a ② jsou uvedeny v následující tabulce. Zopakujte pokus s oběma políčky s dvouštěbinami, změřte potřebné vzdálenosti a vypočtěte **vlnovou délku** ( $\lambda$ ) laserového světla v obou pokusech! Ještě předtím si ale promyslete, zda by bylo možné použít některou světelnou stopu na stínítku ke zpřesnění měření...

políčko	$d$	$a$	$b$	$\lambda$
①	80 $\mu\text{m}$			
②	200 $\mu\text{m}$			

**7** Žádné měření však není dokonalé. Co podle vás omezuje **přesnost** tohoto měření?