

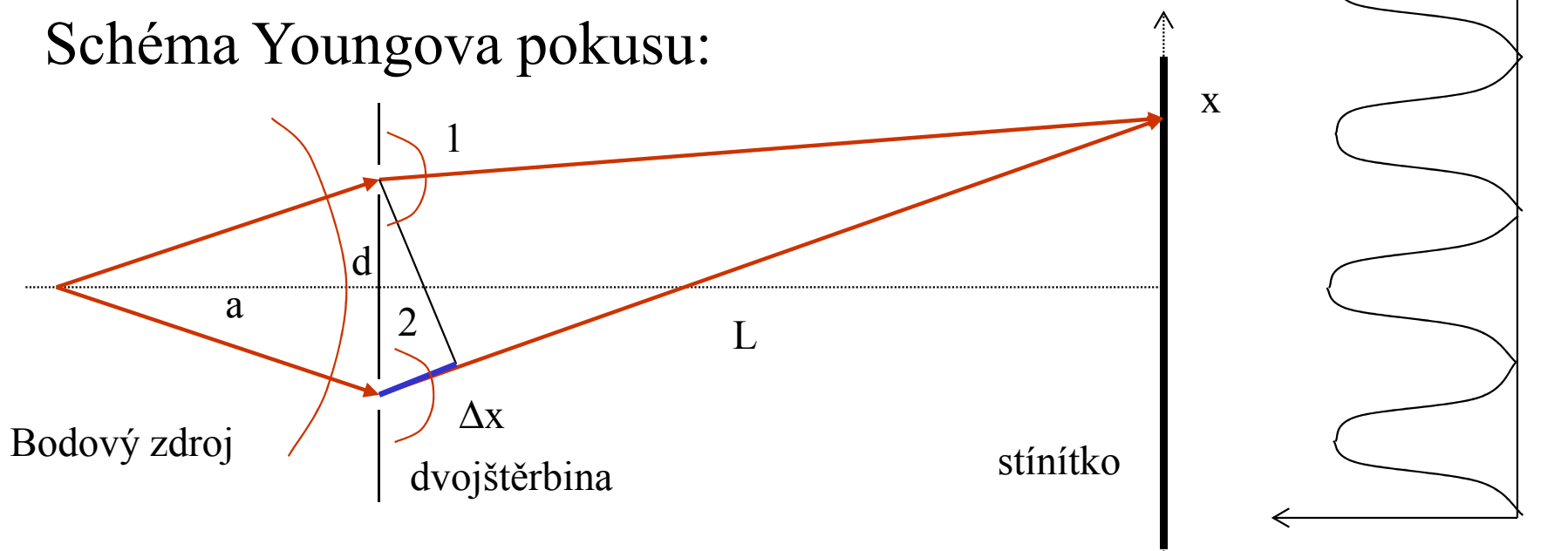
Interference na dvojštěrbině

Prostorová koherence

Jana Jurmanová

Youngův pokus

Schéma Youngova pokusu:



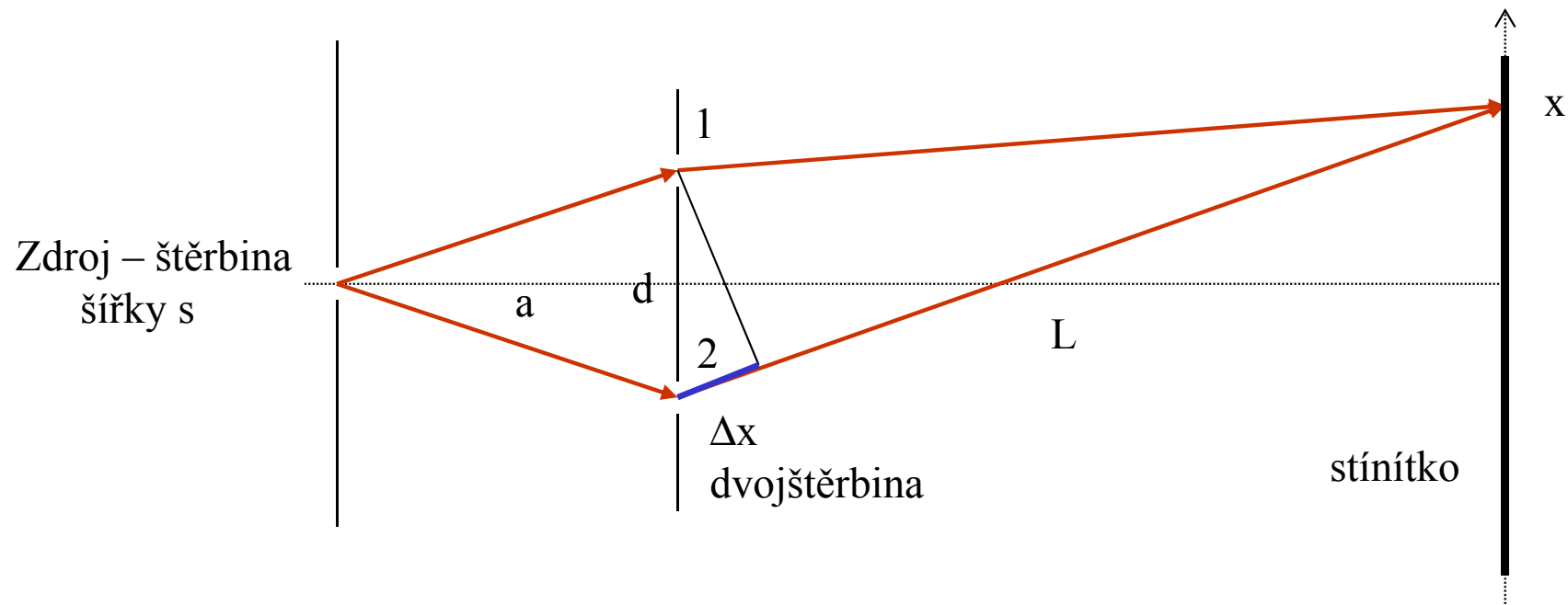
Při Youngově pokusu dopadá světlo bodového zdroje na štěrby zanedbatelné šířky, takže je lze považovat za bodové zdroje. Oba paprsky 1 a 2 vzniklé dělením vlnoplochy dopadající na dvojštěrbinu mají stejnou frekvenci, amplitudu a v čase konstantní fázový rozdíl, který je $2\pi/\lambda$ násobkem dráhového rozdílu Δx , a proto spolu interferují. Fázový rozdíl paprsků je $\Delta\varphi = \frac{2\pi}{\lambda} \frac{d \cdot x}{L}$ (λ je vlnová délka světla), interferenční intenzita je dána vztahem

$$I = I_1 + I_2 + 2\sqrt{I_1 I_2} \cos \varphi$$

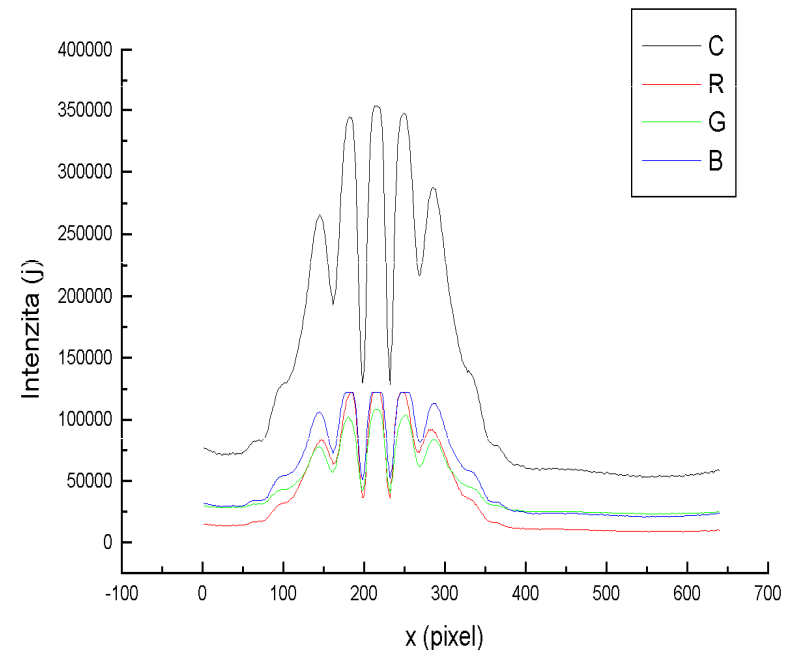
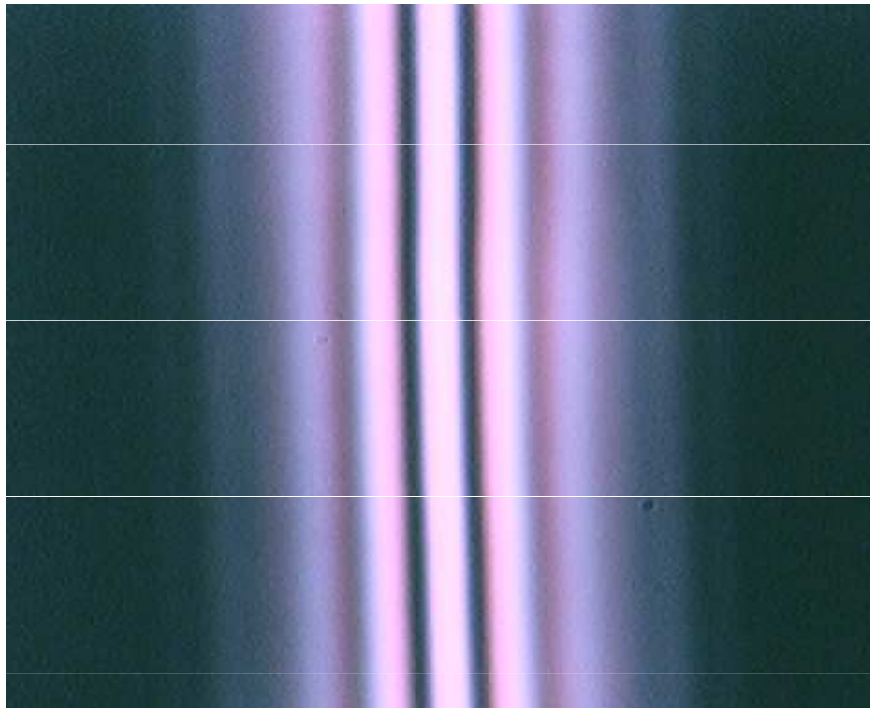
Animaci interference je možné najít na <http://members.tripod.com/~vsg/interfer.htm>

Ve skutečnosti však obě štěrby dvojštěrbiny nejsou bodové zdroje, ale mají konečnou šířku, což způsobuje, že interferenční obrazec nepokrývá celé stínítko (jak bylo naznačeno v přechozí animaci), ale interferenční proužky jsou intenzitně modulovány difrakcí na každé z štěrbin dvojštěrbiny. Tvar difrakčního obrazce v závislosti na šířce štěrby dvojštěrbiny je možné si prohlédnout na <http://www.lightlink.com/sergey/java/java/slitdiffr/index.html>

Navíc při skutečném experimentu s bílým světlem není zdroj světla bodový, ale je jím štěrbina (viz obrázek). Závislostí tvaru interferenčního obrazce na šířce zdrojové štěrby se budeme zabývat na dalších stránkách.



Velmi úzká štěrbinina

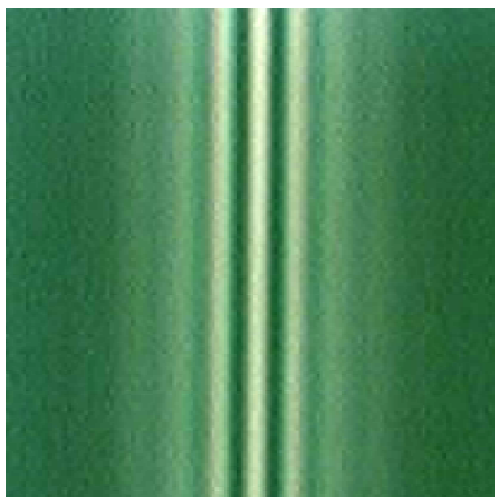


Je-li zdrojová štěrbinina dostatečně úzká, je jasně viditelný centrální světlý proužek a i ostatní interferenční proužky. Graf intenzity v závislosti na poloze je na sousedním obrázku.

Pro takovouto dvojštěrbinu velmi dobře platí (pomineme-li difrakční efekty na jednotlivých štěrbinách) vztah pro interferenční intenzitu $I = I_1 + I_2 + 2\sqrt{I_1 I_2} \cos \varphi$, kde $\varphi = \frac{2\pi d \cdot x}{\lambda L}$ je fázový rozdíl interferujících paprsků 1 a 2 vycházejících z dvojštěrbiny.

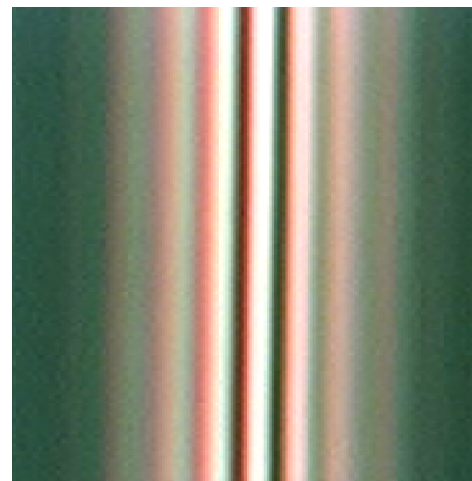
Nyní začneme štěrbinu otvírat.

Otvírání štěrbiny- snímky



Obrázek 1:
Štěrbina je velmi úzká. Ve středu je světlý proužek, proužky jsou dobře viditelné.

Graf závislosti intenzity na poloze pro tuto šířku štěrbinu je na následujícím snímku.



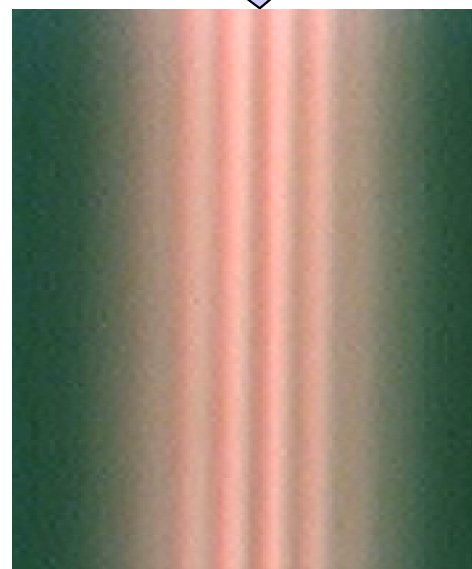
Obrázek 2:
Štěrbina je stále úzká. Ve středu je světlý proužek, proužky jsou dobře viditelné, intenzita je vyšší.

Graf závislosti intenzity na poloze pro tuto šířku štěrbinu je na následujícím snímku.



Obrázek 3:
Štěrbina je širší. Intenzita sice roste, ale proužky ztrácejí viditelnost a mizí

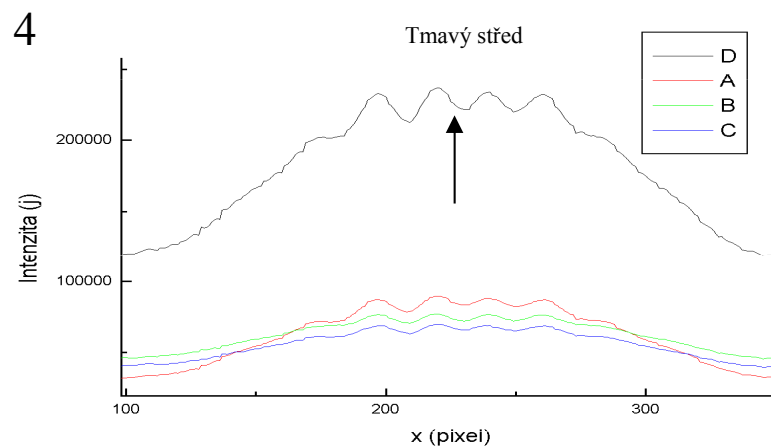
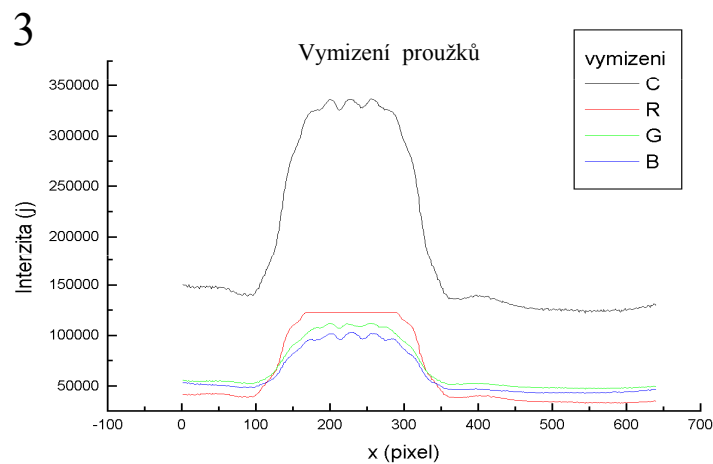
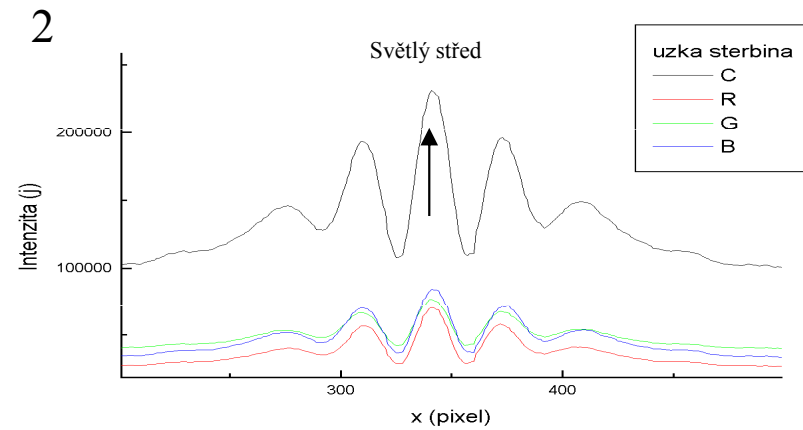
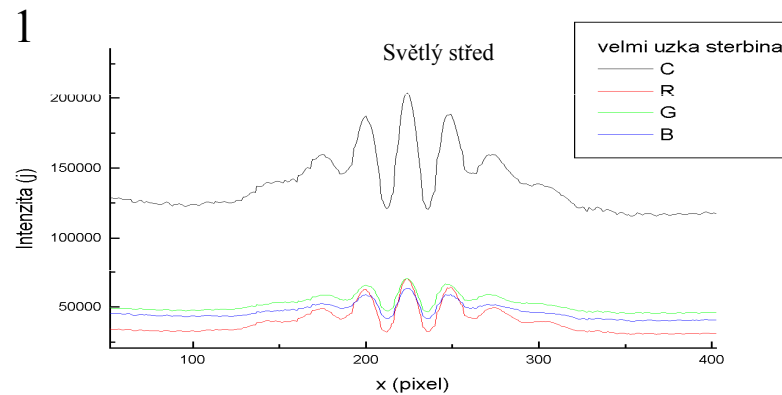
Graf závislosti intenzity na poloze pro tuto šířku štěrbinu je na následujícím snímku.



Obrázek 4:
Štěrbina je ještě širší. Intenzita stále roste, proužky jsou viditelnější, ale obrazec je nesmyslný – ve středu je tmavý proužek.

Graf závislosti intenzity na poloze pro tuto šířku štěrbinu je na následujícím snímku.

Otvírání štěrbin – grafy intenzit

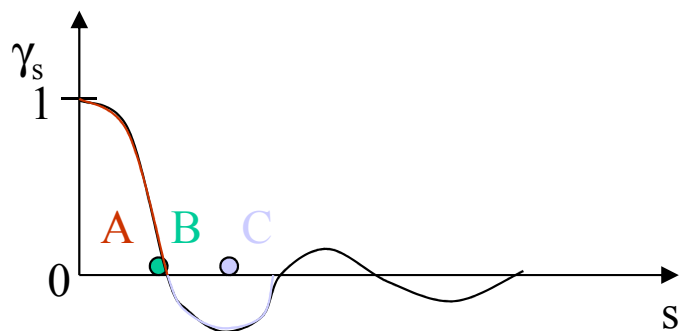


Vysvětlení jevu

Při interferenci nyní vycházejí paprsky nikoliv z bodového zdroje, ale ze štěrbině šířky s . Výpočet interferenční intenzity je nyní potřeba provést tak, že interferenční intenzitu I vyjádříme v závislosti na pozici ve zdrojové štěrbině, odkud vychází zkoumané paprsky, a sečíst (integrát) tyto příspěvky přes celou šířku štěrbině. Pokud ponecháme stejné formální označení pro intenzity světla ze štěrbin 1 a 2, objeví se ve vztahu nový člen – **faktor prostorové koherence γ_s** :

$$I = I_1 + I_2 + 2\gamma_s \sqrt{I_1 I_2} \cos \varphi$$

Pro tento faktor platí vztah $\gamma_s = (\sin(kds/2a))/(kds/2a)$ (viz obrázek).



Je-li šířka štěrbině taková, že prostorová koherence je kladná (oblast A), je interferenční obrazec dobře viditelný (snímky

1 a 2). Je-li šířka zdrojové štěrbině taková, že faktor prostorové koherence je nulový (pozice B), proužky nevznikají (snímek 3). Pokud je šířka štěrbině větší, je faktor prostorové koherence záporný (oblast C), interferenční člen má znaménko minus a kde byl při užší štěrbině světlý proužek (například ve středu), je nyní proužek tmavý (snímek 4).

Na základě platnosti vztahu pro γ_s v oblastech A a B se udává, že dvojštěrbina je prostorově koherentní, **je-li její šířka d menší než $\beta = \lambda a/s$** (viz obrázek na první stránce, λ je vlnová délka použitého světla).

A zde je videozáznam změny interferenčních proužků při otvírání dvojštěrbiny. Všimněte si střídání fází Správný interferenční obrazec – Vymizení – Interferenční obrazec s černým středem, dále postupného růstu intenzity obrazce a také poklesu viditelnosti interferenčních proužků.



Kliknutím
na okno videa
můžete záznam znovu
přehrát

v těchto místech se nachází střed interferenčního
obrazce

Vysvětlení bylo provedeno na předchozím snímku.