

# ATOMOVÁ OPTIKA A KVANTOVÁ INFORMACE

*supervisor:* Doc. Ing. Igor Jex, DrSc.

*vědecký tým:* Pavel Hejbal – GYMNÁZIUM NAD ALEJÍ

Tomáš Hlaváček - GYMÁZIUM NA VÍTEŽNÉ PLÁNI

Jáchym Holeček – GYMNÁZIUM BUDĚJOVICKÁ

Jiří Palek – GYMNÁZIUM NOVÉ STRAŠECÍ

Adam Richter – PRVNÍ ČESKÉ GYMNÁZIUM V KARLOVÝCH VARECH

Vít Tuček - PRVNÍ ČESKÉ GYMNÁZIUM V KARLOVÝCH VARECH

*Program:*

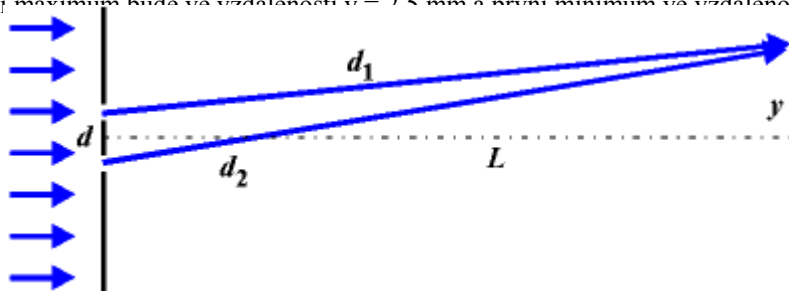
V pondělí dopoledne nám pan Jex krátce přednesl historický vývoj, který nás postupně dovedl až k základním aspektům kvantové teorie. Velmi zjednodušeně nám tak představil kvantování veličin, částicově-vlnový dualismus, interferenci, superpozice a na počítačových animacích demonstroval některé interferometry.

Odpoledne jsme se přesunuli do laboratoře, kde jsme si mohli sami vyzkoušet se zvukovými vlnami Youngův dvouštěrbinový experiment. Poté jsme přešli k laseru, kde jsme provedli tentýž pokus (tentokrát samozřejmě se světelným paprskem). Dále jsme laseru položili do cesty pouze jednu štěrbinu a mohli tak na stínítku pozorovat difrakční obrazce. Interferenční jevy jsme si dále demonstrovali použitím difrakční mřížky. nakonec jsme s laserem sestavili Michelsonův interferometr. Pan Jex nám následně dovysvětlil pozorované jevy, přidal hrubý nástin funkce kvantových počítačů a popsal provázané stavy částic a jejich eventuální využití při teleportaci.

Ve středu se náš tým dostal do rukou dvou studentů (pan Jex musel bohužel odjet do zahraničí), kteří nám pomáhali při přípravě naší presentace. Velmi ochotně se nám též pokusili objasnit teoretické, či spíše početní vyjádření našich experimentů z předchozího dne.

**např.** Určete polohu prvního maxima a prvního minima v Youngově experimentu se světlem o vlnové délce  $\lambda = 500$  nm. Vzdálenost štěrbín je  $d = 1$  mm, vzdálenost stínítka  $L = 5$  m.

První maximum bude ve vzdálenosti  $y = 2.5$  mm a první minimum ve vzdálenosti 1.25 mm.



$$\begin{aligned}d_2 - d_1 &= \sqrt{L^2 + (y + d/2)^2} - \sqrt{L^2 + (y - d/2)^2} = \\&= L \sqrt{1 + \frac{(y + d/2)^2}{L^2}} - L \sqrt{1 + \frac{(y - d/2)^2}{L^2}} = \\&\approx L \left( 1 + \frac{1}{2} \frac{(y + d/2)^2}{L^2} \right) - L \left( 1 + \frac{1}{2} \frac{(y - d/2)^2}{L^2} \right) = \frac{y d}{L}.\end{aligned}$$

teorie:

zakladní pojmy:

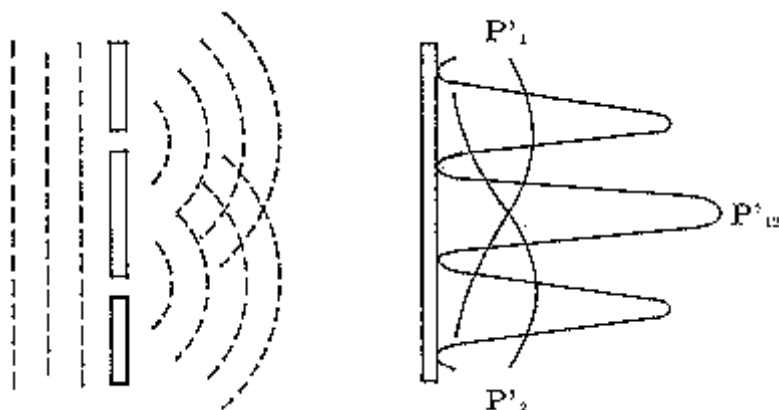
**vlnově-částicový dualismus:** Experimentálně bylo již mnohokrát prokázáno, že tentýž mikroobjekt (například elektron, foton, neutron, atom atd.) se za jistých okolností chová jako částice, zatímco jindy se projevuje jako vlnění. Mikroobjekty "samy o sobě" tudíž nemohou být ani klasickými částicemi, ani klasickým vlněním.

**interference světla:** Výrazným projevem vlnových vlastností světla, zejména u světla monochromatického, je interference. Jev spočívá ve skládání různých příspěvků vlnění v daném místě. Jeho projevem je vznik interferenční struktury - u monochromatického světla se projevující vznikem světlých a tmavých proužků, či ploch, u bílého světla duhovostí. Pro pozorování interference je důležitá koherence světla, tedy dobrá definovanost a uspořádanost světla

**difrakce světla:** Projevem vlnových vlastností světla je také difrakce neboli ohyb světla. V jejím důsledku se světlo nešíří přímočaře, ale i do oblasti geometrického stínu, vzniklého za překážkami. Pokud je světlo koherentní, pozorujeme ohybový (difrakční) obrazec jako výsledek *interference* vlnění přicházejících z různých směrů, a tedy s různými dráhovými rozdíly

pokusy:

**Youngův experiment:** Ukazuje, že světlo se při svém šíření chová jako vlnění a nikoli jako proud částic. Vlny mezi sebou interferují a na stínítku tak můžeme pozorovat světelná maxima a minima. Interference je způsobena tím, že se v daném místě stínítka setkávají dvě vlny od obou štěrbin v různé fázi: maximum vzniká tam, kde se setkají dva "vrcholy" vln a minimum tam, kde se setká "vrchol" a "údolí".



**Michelsonův interferometr:** Světelný paprsek prochází polopropustným zrcadlem, dělí se na dva proudy a posléze se oba odrážejí od zrcadel a směřují do detektoru. Změnou vzdáleností  $X$  můžeme regulovat vzájemný posun vln a měnit tak interferenci.

