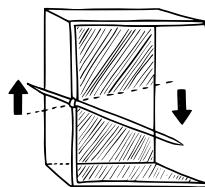


Úloha IX.2 ... Skrz díрку

10 bodů

Anežka s Verčou se během prázdnin dost nudily, a proto se rozhodly svůj svět přetočit vzhůru nohama pomocí tzv. camery obscury. Postavily si temnou komoru, do které světlo pronikalo jen malou dírkou. Potom, co se v komoře izolovaly, mohly na protější stěně sledovat převrácený obraz vnějšího světa. Pokuste se něco podobného sami vyrobit. Stačí jen malá krabička s dírkou (doporučujeme najít si nějaký návod či video na internetu). Postup výroby detailně popište a výslednou kameru obscuru fotograficky zdokumentujte. Dále zkuste zjistit, na čem závisí kvalita obrazu. Je možné zařídit, aby byl co nejostřejší? Jako výsledek vašeho bádání v rámci řešení zašlete sérii fotografií obrazů vnějšího světa z camery obscury o různé kvalitě¹.

**Teorie**

Camera obscura, česky také dírková komora, je jednoduché optické zařízení, které umožňuje pozorovat obraz okolního světa promítaný skrz malý otvor na protější stěnu uzavřené temné komory. Její název pochází z latiny a znamená doslova „temná komora“. Její princip je založen na tom, že světlo se šíří přímočaře. Pokud do zatemněné krabičky uděláme malou díрку, světelné paprsky z vnějšího světa projdou tímto otvorem a vytvoří na protější stěně převrácený obraz scény před komorou. Obraz je převrácený proto, že se světelné paprsky kříží v místě dírkou. Paprsek vycházející z horní části pozorovaného předmětu směřuje dolů, zatímco paprsek ze spodní části putuje nahoru. Stejně tak paprsek z levé strany přechází na pravou stranu.

Každý bod na pozorované scéně vyšle světlo, které projde dírkou a dopadne na určité místo na zadní stěně komory (projekční stěnu). Vzhledem k tomu, že se světlo nemůže v zatemněném prostoru odrážet nebo křížit (mimo úzký otvor), vzniká jasně definovaný obraz.

Měření

Naši kameru obscuru jsme vyrobili ze dvou papírových ruliček. Jednu z nich jsme na jednom konci překryli černým papírem, do kterého jsme špendlíkem opatrně propíchli malou díрку. Tento konec sloužil jako „objektiv“ celé camery. Druhou ruličku jsme naopak na jednom konci zakryli pauzovacím papírem, který jsme napnuli a připevnili tak, aby sloužil jako projekční plocha, na níž se bude obraz promítat.

Obě ruličky jsme zevnitř důkladně oblepili černým papírem, aby se světlo uvnitř neodráželo. Nakonec jsme obě části zasunuli do sebe tak, že jedna rulička mohla jezdit v druhé. Tím jsme získali možnost měnit vzdálenost mezi dírkou a projekční plochou a pozorovat, jak se tím mění kvalita obrazu. Naši kameru si můžete prohlédnout na obrázcích 1.

Cameru obscuru lze vyrobit i mnoha dalšími způsoby. Velmi běžná a účinná je například varianta s malou kartonovou krabičkou, která se zevnitř zatemní černým papírem. Do jedné stěny se vytvoří malá díрка, ideálně pomocí napnuté alobalové fólie, do které se jemně propíchnou otvor špendlíkem. Na protější stěnu se připevní bílý papír nebo pauzovací papír, na který se promítne obraz.

¹ Pokud se vám nedaří fotografie pořídit, můžete také obrazy ručně překreslit a slovně popsat, jaké kvality dosahují.



Obrázek 1: Vyrobená camera obscura

Kvalitu a ostrost obrazu, který camera obscura vytvoří, ovlivňuje několik faktorů. Prvním důležitým parametrem je velikost dírký. Pokud je dírka příliš malá, obraz bude sice ostřejší, ale také velmi tmavý, protože do komory bude pronikat jen málo světla. Naopak velká dírka sice propustí více světla, takže obraz bude jasnější, ale zároveň se paprsky z různých směrů začnou překrývat a obraz se rozostří.

Dalším faktorem je vzdálenost mezi dírkou a projekční stěnou uvnitř komory. Čím je tato vzdálenost větší, tím větší bude výsledný obraz, ale také bude tmavší. Při příliš krátké vzdálenosti zase vznikne obraz s nižším rozlišením. Při konstrukci je tedy potřeba najít vyvážený kompromis mezi velikostí obrazu, jeho ostrostí a jasem.

Na kvalitu obrazu má rovněž vliv i vnější osvětlení. Obraz bude nejzřetelnější, pokud je venku dostatek světla a pozorovaná scéna má vysoký kontrast – například tmavé objekty na světlém pozadí. Za šera nebo při zatažené obloze může být obraz slabý a obtížně rozeznatelný. Velký význam má také to, jak dobře je samotná komora zatemněná. Jakýkoli vnik světla dovnitř narušuje obraz, protože ruší tmavé pozadí, na které se obraz promítá. Proto je potřeba dobře utěsnit spoje a případné mezery, které by mohly propouštět světlo.

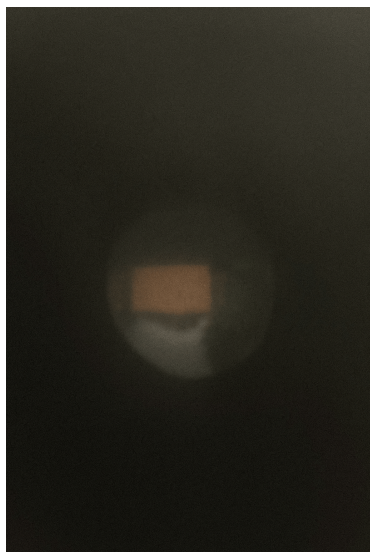
V neposlední řadě záleží i na kvalitě plochy, na kterou se obraz promítá. Nejlépe funguje matná bílá plocha, pauzovací papír nebo průsvitná fólie. Lesklé nebo zrcadlové plochy mohou způsobit odlesky a zhoršit čitelnost obrazu.



Obrázek 2: Změna velikosti dírký s konstatní vzdáleností projekční plochy

Závěr

Pro co nejostřejší obraz je potřeba správně vyvážit velikost dírký se vzdáleností projekční plochy. Na obrázku 2 vpravo je vidět situace, kdy je otvor velmi malý – obraz je díky tomu poměrně ostrý, ale také velmi tmavý, protože dovnitř proniká jen omezené množství světla. Naopak vlevo



Obrázek 3: Změna vzdálenosti projekční plochy s konstantní velikostí dírký

je případ s příliš velkým otvorem. Obraz je sice jasnější, protože světla do komory prochází víc, ale světelné paprsky se začínou překrývat, čímž dochází k rozmazání a rozostření obrazu.

Obrázek 3 vlevo ilustruje, co se stane, když zvětšíme vzdálenost mezi otvorem a projekční plochou – výsledný obraz je větší, ale méně ostrý, protože paprsky dopadají na větší plochu a více se rozbíhají. Naopak vpravo je vzdálenost menší, což vede k menšímu, ale ostřejšímu obrazu. Celkově je tento obraz nejkvalitnější a nejlépe na něm rozlišíme rysy obrazu. V obou případech je důležité najít vhodný kompromis mezi velikostí, jasnem a ostrostí výsledného obrazu.

Světлана Achedžak

svetlana.achedzak@vyfuk.org

Korespondenční seminář Výfuk je organizován studenty a přáteli MFF UK. Je zastřešen Oddělením propagace a mediální komunikace MFF UK a podporován Katedrou didaktiky fyziky MFF UK, jejími zaměstnanci a Jednotou českých matematiků a fyziků. Realizace projektu byla podpořena Ministerstvem školství, mládeže a tělovýchovy.

Toto dílo je šířeno pod licencí Creative Commons Attribution-Share Alike 3.0 Unported.
Pro zobrazení kopie této licence navštivte <https://creativecommons.org/licenses/by-sa/3.0/>.