

5.2.1 Vznik obrazu, dírková komora

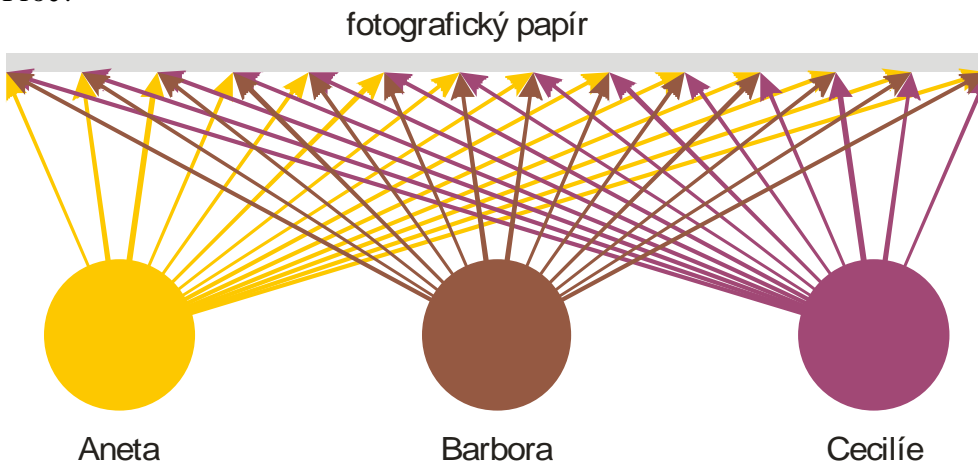
Předpoklady: 5101, 5102, 5103

Pedagogická poznámka: Převážná část této hodiny není obsažena v učebnicích. Podle mého názoru je to obrovská chyba, teprve ve chvíli, kdy mi můj táta po maturitě vysvětlil pokus z úvodu hodiny, začal jsem postupně chápat, že optika není jenom nesmyslné kreslení paprsků. Pokud si ve třídě vysvětlíte, proč se na samotném papíře žádný obraz neudělá, skoro jistě se najde někdo, koho napadne konstrukce dírkové komory.

Pomůcky: Svíčka, sirky, dírková komora, fotografický papír (jen na případnou ukázkou), sada čoček.

Postavíme fotografický papír proti třídě, čekáme, co se vyfotí (na papír dopadá světlo ze třídy). Nevyfotilo se nic (papír zčernal).

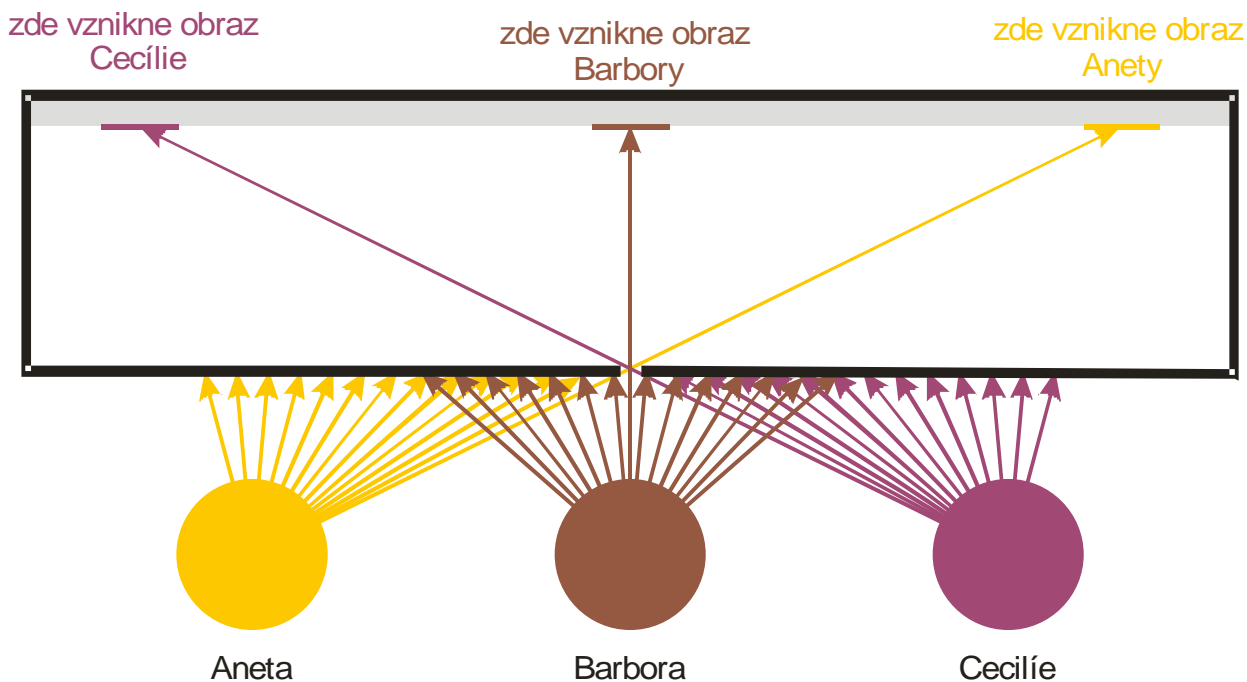
Proč?



Z každého místa ve třídě dopadají paprsky na každé místo papíru \Rightarrow všechno je vyfocené všude (a tím pádem nikde není nic).

\Rightarrow Pokud chci udělat fotku, musím zajistit, aby paprsky z Anety dopadaly na jedno místo na papíře, paprsky z Barbory na jiné místo a paprsky z Cecilie také na jiné \Rightarrow **musíme zajistit, aby různá místa na papíře byla svázaná s různými místy ve třídě.**

Nejjednodušší řešení: Fotografický papír zavřeme do krabice, která nepropouští světlo. Ve stěně, která je proti papíru, uděláme malou díрку. Jak se změní situace?



Krabice zastaví všechny paprsky, kromě těch, co projdou dírkou \Rightarrow z každé ho místa ve třídě se dovnitř dostane jediný paprsek, který dopadne pokaždé na jiné místo fotografického papíru \Rightarrow na papíru vznikne fotografie třídy (podařilo se nám svázat různá místa ve třídě s různými místy na fotopapíře).

Získali jsme nejjednodušší zobrazovací zařízení - **dírkovou komoru (camera obscura)**.

Pedagogická poznámka: Demonstrace dírkové komory je důležitá, pro studenty je velmi překvapující, že by „pouhá díra“ mohla něco zobrazovat. Očekávají vždy složitou a neproniknutelnou konstrukci, pouhá dírka této představě neodpovídá. Potřebujete pouze místnost se závěsy (žaluzie neposkytují dostatečné zaměnění) a libovolnou krabici. Rohy krabice zevnitř polepují alobalem. Místo malé dírky vystříhnu v přední stěně větší díru, zalepím ji alobalem a malou pozorovací dírkou udělám v tomto alobalu. Ještě lepší dírkovou komoru je možné vyrobit z větší plechovky. Pokud nemám k dispozici třídu, kterou je možné dobře zatemnit, používám deku, kterou si pozorovatelé házejí přes hlavu stejně jako dávní fotografové.

Dírkovou komorou nemusíme jenom fotografovat, můžeme sledovat předměty i „naživo“. Zadní stěnu dírkové komory nahradíme matným sklem nebo poloprůhledným papírem. V zatemněné místnosti postavíme před dírkovou komoru hořící svíčku a sledujeme poloprůhlednou zadní stranu krabice (dále ji budeme říkat stínítko) \Rightarrow paprsky pronikají dírkou dovnitř krabice a osvětlují část stínítka = na stínítku **vzniká obraz** svíčky stojící před krabicí.

Obraz svíčky je:

- **skutečný (reálný)**, paprsky z plamínku skutečně dopadají na matný papír,
- **převrácený**, plamínek svíčky je na stínítku vzhůru nohama.

Pedagogická poznámka: V horších světelných podmínkách je možné místo svíčky pozorovat ledkovou jedničku z optické soupravy používané v příštích hodinách.

Svíčka na stínítku je vidět jen pokud se je skutečná svíčka zastíněná dírkovou komorou. V případě, že by v našem zorném poli byla najednou i skutečná svíčka, do oka by dopadalo mnohem více světla, snížila by se jeho citlivost a obraz svíčky na stínítku by zmizel. Světlo ze svíčky by „přebilo“ obraz na stínítku.

Pokud není místnost zatemněná, obraz svíčky není na stínítku vidět \Rightarrow světlo dopadající na

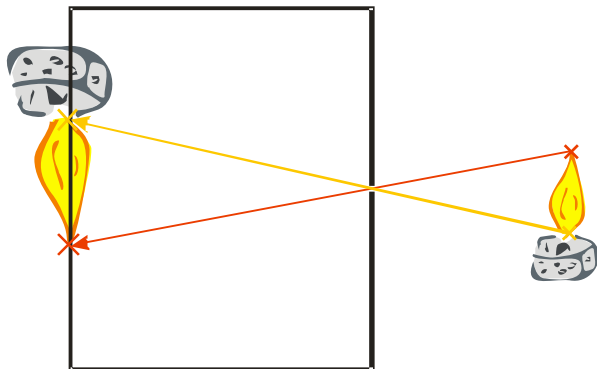
stínítko ze třídy z druhé strany obraz přesvítí \Rightarrow nevýhoda dírkové komory: dovnitř proniká málo světla \Rightarrow

- na živo můžeme obrazy v dírkové komoře sledovat pouze ve velmi dobré tmě,
- fotografování probíhá dlouhou dobu (pokud fotíme přímo na papír řádově desítky minut).

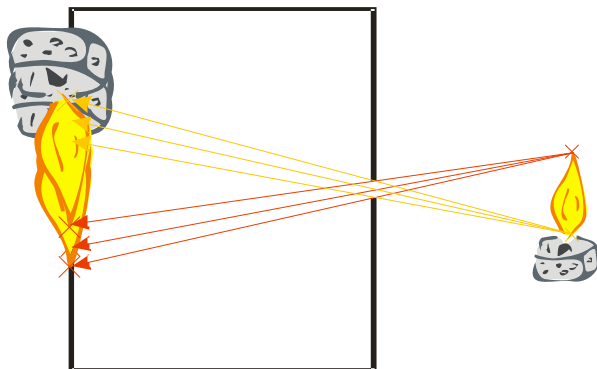
Přesto je možné pomocí dírkové komory udělat kvalitní fotografie. Expoziční doba (doba, po kterou dírková komora vytváří obraz na fotografickém papíru) ke řádově desítky minut \Rightarrow nezachytíme žádné pohybující se postavy \Rightarrow takto vznikají fotografie liduprázdných měst.

Př. 1: Bylo by možné odstranit problém s nedostatkem světla uvnitř dírkové komory zvětšením díry v přední stěně? Jaké by to mělo důsledky?

Původní situace.



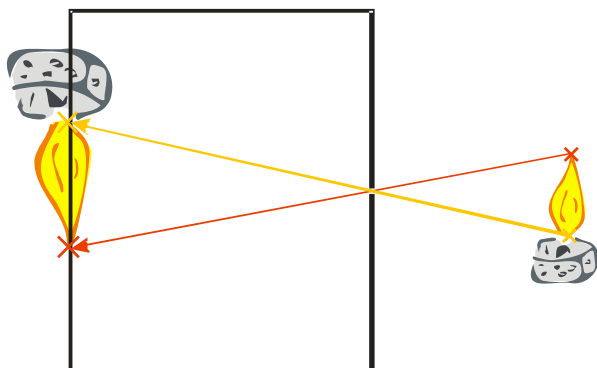
Větší dírkou projde více paprsků, například ze špičky jich projde také více \Rightarrow špička se zobrazí na stínítku na více míst \Rightarrow obraz bude světlejší, ale rozmaže se.



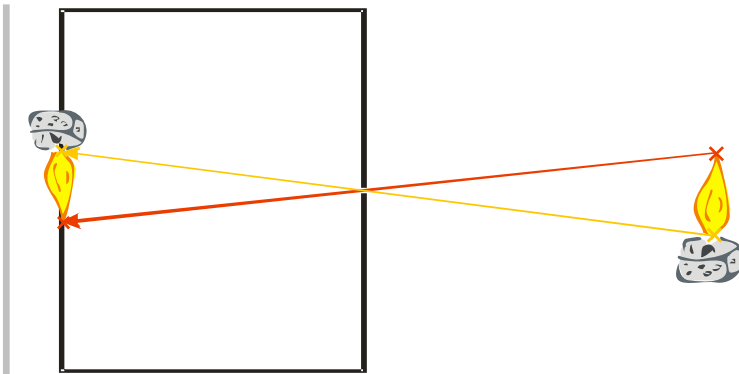
Za více světla platíme ztrátou ostrosti obrazu.

Př. 2: Změní se obraz svíčky na stínítku, pokud ji posuneme dále od dírkové komory?

Původní situace.



Posuneme svíčku do větší vzdálenosti.



Úhly mezi krajními paprsky se zmenší \Rightarrow zmenší obraz na zadní stěně komory.
(pokud bychom svíčku přisunuli blíže ke komoře, obraz by se zvětšil.)

Pedagogická poznámka: Žákovský odhad je často opačný. Jde o to dotlačit žáky k tomu, aby si nejdříve nakreslili obrázek a pak teprve začali dělat závěry.

Př. 3: Zdůvodni, proč jsou vnitřní stěny dírkové komory začerněné.

Musíme zajistit, aby na fotopapír nedopadaly paprsky, které dopadají na stěny krabice, černá barva je neodrazí, ale pohltí.

Př. 4: Proč se v dnešních velkoměstech špatně pozorují hvězdy?

Noční osvětlení města přesevítá slabý svit hvězdy, stejně jako osvětlení třídy přebilo slabý obraz svíčky na stínítku dírkové komory.

Př. 5: Proč je za lampou venkovního osvětlení vždy méně hvězd než na zbytku oblohy?

Stejný důvod jako u předchozího příkladu. Do oka dopadá více světla, oko se nastaví na nižší citlivost a slabé hvězdy vůbec nevidí. Stejný efekt nastal, když jsme neměli svíčku zastíněnou dírkovou komorou a snažili jsme se pozorovat obraz na stínítku.

Dírková komora je sice jednoduché, levné a snadno pochopitelné zařízení, ale na praktické použití není vhodná \Rightarrow potřebovali bychom zařízení, které do jednoho místa na fotografickém papíře přesměruje více paprsků \Rightarrow

Pedagogická poznámka: Čočky pro následující pokusy (a případně výrobu optické stavebnice pro žáky popisované v hodině 5206) je možné získat různými způsoby (všechny jsem postupně zkusil):

1. Čočky je možné vymontovat během let z různých vyřazených přístrojů (nejčastěji meotarů). Čoček je více druhů maximálně po několika stejných kusech. Hlavně u kolineátorů není zobrazení příliš kvalitní a má velké vady. Na druhou stranu je to zcela zadarmo.
2. MEOPTA Přerov spustila program, ve kterém daruje vyřazené čočky na výuku fyziky. Čočky je možné získat na seminářích Heuréky nebo od doc. Ireny Dvořákové z KDF MFF UK. Je to opět téměř zadarmo, dá se sehnat více čoček stejného typu, ale nemůžete si vybrat ohniskové vzdálenosti. Liší se velikosti čoček různých typů.
3. Ke konci mého působení ve Strakonících jsme jako pokusnou sadu pro dvojice studentů koupili v optice tři druhy čoček po 20 kusech (celá sada stála v optice pět tisíc). Z hlediska využití je to nejlepší varianta, je možné si zvolit ohniskové vzdálenosti i velikost čoček (větší jsou dražší), je však třeba dávat větší pozor na způsob, jakým se k nim studenti chovají. Jinak se opravdu přimlouvám, aby studenti dostali čočky do ruky. Většina z nich nikdy

spojku na vytváření obrazu nepoužila a tak jim malý barevný obrázek přináší docela velké uspokojení.

Pedagogická poznámka: Dám studentům hromadu čoček, kde jsou smíchané spojky a rozptylky. Jejich úkolem je kromě tvoření obrazů odhalit, které čočky obraz tvoří, co rozhoduje o velikost obrazů a s čím velikost obrazů souvisí.

Čočky

Většinu oken necháme zataženou, na dvou místech (ve dvou vzdálených koutech třídy) necháme část okna roztaženou. Na bílý papír necháme přes čočku dopadat světlo z bližšího okna. Postupně mění vzdálenost mezi čočkou a papírem, při správné vzdálenosti (záleží na konkrétní čočce) vznikne u některých čoček na papíru převrácený barevný obraz okna. Stejně u dírkové komory vzniká **skutečný převrácený** obraz okna (tvoří ho paprsky, které skutečně dopadají na papír).

Př. 6: Pokus se vytvořit obraz okna pomocí různých čoček. Které čočky obraz tvoří a které ne? S čím souvisí velikost obrazu?

Obraz tvoří pouze čočky, které jsou uprostřed tlustší než na kraji (spojky). Velikost obrazu záleží na vzdálenosti mezi čočkou a papírem (a tedy typu čočky), která souvisí s tím, jak moc je čočka zakulacená („kulatější“ čočky tvoří blíže menší obraz).

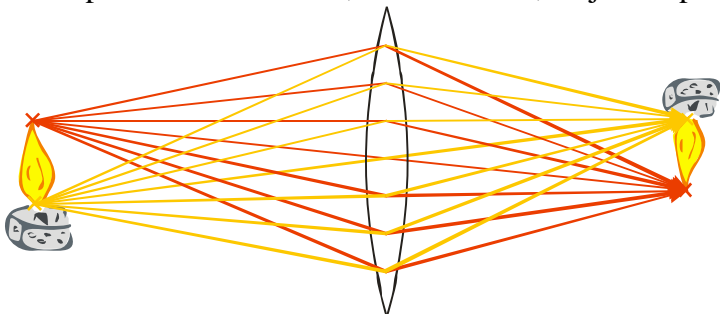
Obraz okna je vidět i v nezatemněné místnosti, kdy na papír dopadá spousta paprsků, které neprošly přes čočku a obraz netvoří.

Rozsvítíme \Rightarrow na papíře přibude paprsků, které neprošly přes čočku \Rightarrow obraz zbledne ale nezmezí úplně \Rightarrow čočka netvoří obraz z jediného paprsku jako dírková komora, ale musí ho skládat z více paprsků.

Jak vytvořila čočka vztah mezi jednotlivými místy na okně a místy na papíře?

- Různé paprsky z jednoho bodu přeměrovala do jednoho místa na papíře.
- Paprsky z různým bodů nasměrovala do různých míst.

Jak to přesně to čočka dělá, zatím nevíme, zřejmě to probíhá takto.



Před čočku dáme hořící svíčku \Rightarrow část obrazu okna na papíře zmizí, ale neobjeví se tam svíčka, jenom žlutý flek \Rightarrow posuneme papír dál od čočky \Rightarrow zmizí obraz okna, objeví se převrácený plamínek svíčky \Rightarrow obrazy různě vzdálených předmětů vznikají v různé vzdálenosti od čočky (paprsky se svíčky se zřejmě více rozbíhají a tak jim po zalomení čočkou déle trvá než se sejdou).

Co z toho plyne pro lidské oko?

Vyrábí obrazy (aby bylo, co vnímat) \Rightarrow zřejmě je v něm také čočka.

Čočka přicházející paprsky zalomí do jednoho místa na sítnici (buňky citlivé na světlo) a zde

vznikne převrácený skutečný obraz předmětu (stejně jako na papíře).

Pedagogická poznámka: Skvělým místem pro vyrábění obrazů pomocí spojek jsou školní chodby, tedy v případě, že jsou dlouhé, tmavé a mají na koncích okna. V takové chodbě jsou na obraze dobře vidět i pohybující se spolužáci.

Shrnutí: Obraz vznikne, když se podaří svázat místa v okolním prostoru s místy na promítací ploše. Tento vztah může vytvořit dírková komora (zastavením paprsků) nebo čočka (zřejmě jejich spojováním).