

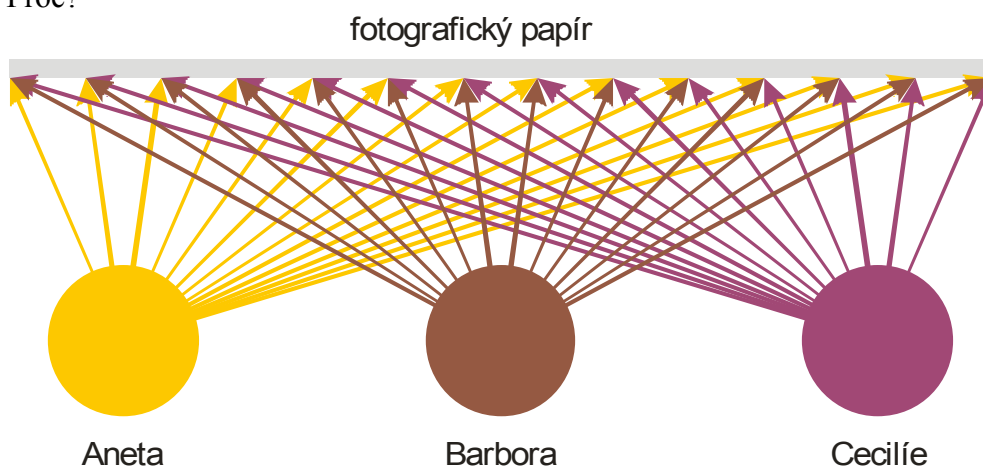
## 5.2.1 Vznik obrazu, dírková komora

**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, ale že má svůj dobrý význam.

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

Proč?

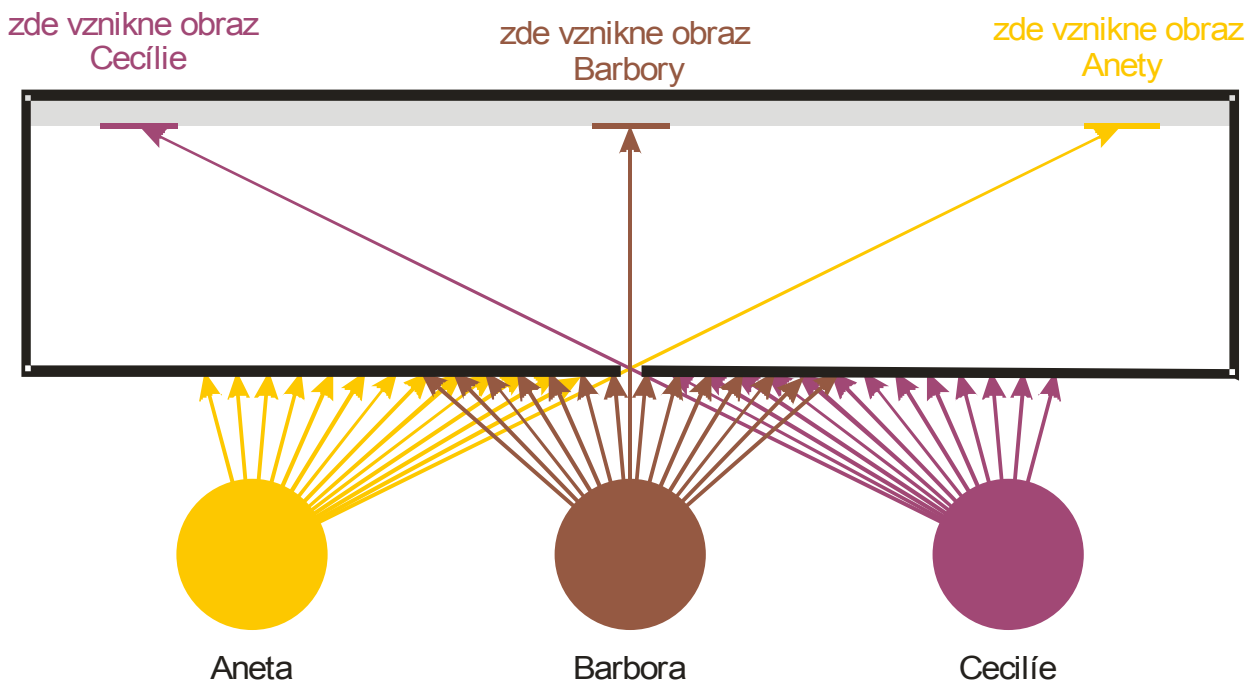


Z každého místa ve třídě dopadají paprsky na každé místo papíru  $\Rightarrow$  všechno je vyfocené všude (a tím pádem nikde není nic)

$\Rightarrow$  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  $\Rightarrow$  **musím zajistit, aby různá místa na papíře byla svázaná s různými místy ve třídě**

Nejjednodušší řešení: Fotografický papír zavřu do krabice, která nepropouští světlo. Ve stěně, která je proti papíru udělám malou díрку.

Jak se změní situace?



krabice zastaví všechny paprsky, kromě těch, co projdou dírkou ⇒ z každé ho místa ve třídě se dovnitř dostane jediný paprsek, který dopadne pokaždé na jiné místo fotografického papíru ⇒ na papíru vznikne fotografie třídy

podařilo se nám svázat různá místa ve třídě s různými místy na fotopapíře

získali jsme nejjednodušší zařízení na zobrazování - **dírkovou komoru (camera obscura)**

**Pedagogická poznámka:** Následující pokus je důležitý, studenty naprosto překvapuje, 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 zaměření) 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.

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) ⇒ 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

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 ⇒ světlo dopadající na stínítko ze třídy z druhé strany obraz přesvítí

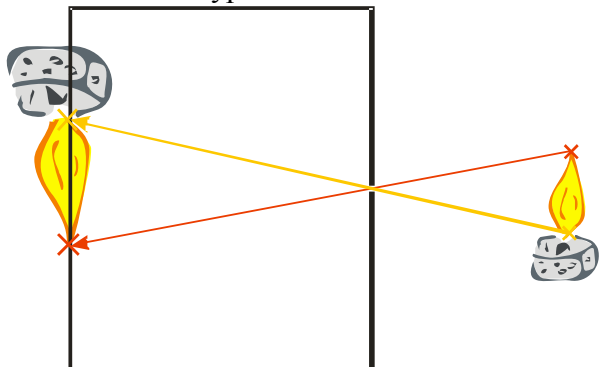
⇒ nevýhoda dírkové komory: dovnitř proniká málo světla ⇒

- na živo můžeme sledovat pouze ve velmi dobré tmě
- fotografování probíhá dlouhou dobu (pokud fotíme přímo na papír řádově desítky minut)

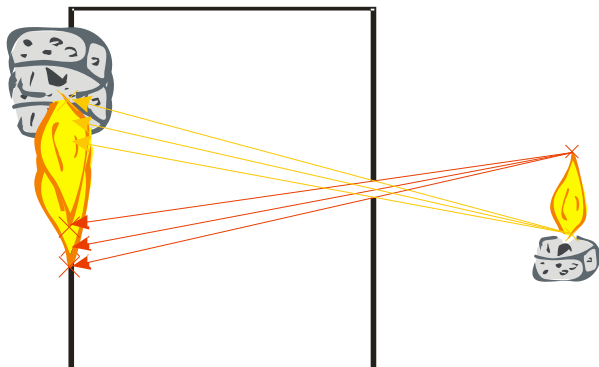
Přesto je možné pomocí dírkové komory udělat kvalitní fotografie (nezachytím pohyb, pokud je expoziční doba řádově desítky minut nezachytíme žádné pohybující se postavy ⇒ fotografie liduprázdných měst)

**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 vypadá takto:



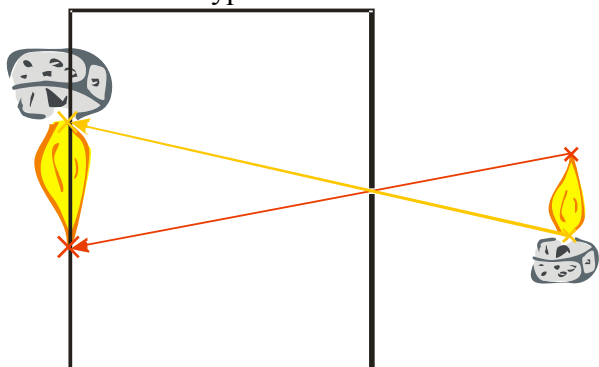
Větší dírkou projde více paprsků, například ze špičky jich projde také více ⇒ špička se zobrazí na stínítku na více míst ⇒ obraz bude světlejší, ale rozmáže se



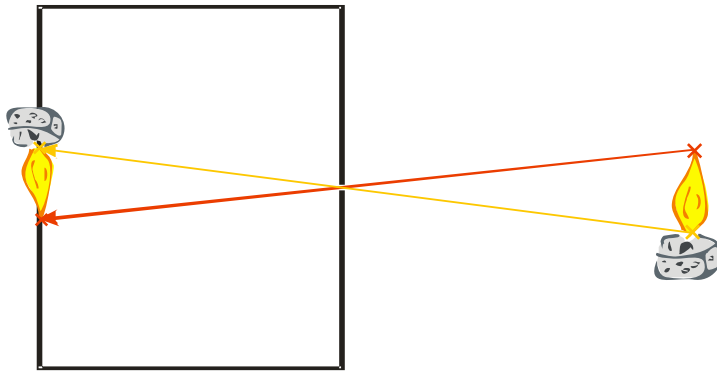
Za více světla platíme ztrátou kvality.

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

Původní situace vypadá takto:



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.)

**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 špatně pozorují hvězdy v dnešních velkoměstech?

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

**Př. 5:** Proč je za lampou venkovního osvětlení vždy málo hvězd?

Stejný důvod jako u předchozího příkladu. Do oka dopadá více světla, oko se nastaví na nižší citlivost a slabé hvězdy vůbec neuvidí. Stejný efekt mělo, 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 přeměruje více paprsků  $\Rightarrow$

**Pedagogická poznámka:** Na následující pokusy používám dvě sady čoček:

1. sadou jsou čočky, které jsem vymontoval během let z různých vyřazených přístrojů (nejčastěji meotarů). Čoček je několik druhů maximálně po pěti stejných kusech. Hlavně u kolineátorů není zobrazení příliš kvalitní a má velké vady.
2. sadou jsou čočky, které jsme jako pokusnou sadu pro dvojice studentů koupili v letošním roce. Sadu tvoří tři druhy čoček po 20 kusech, mají postupně xxxxxxxxxxxxxxxx dioptrií a celá sada stála v optice pět tisíc. Zobrazení těchto čoček je podstatně lepší, je však třeba dávat větší pozor na způsob, jakým se k nim studenti chovají. Jinak se opravdu přimlouvám za to, dát studentům čočky do ruky. Většina z nich nikdy spojku na vytváření obrazu nepoužila a tak jim malý barevný obrázek přináší docela velké uspokojení.

## 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 na papíru převrácený barevný obraz okna. Velikost obrazu záleží na vzdálenosti mezi čočkou a papírem (a tedy typu čočky). Stejně u dírkové komory vznikl **skutečný převrácený** obraz

okna (tvoří ho paprsky, které skutečně dopadají na papír).

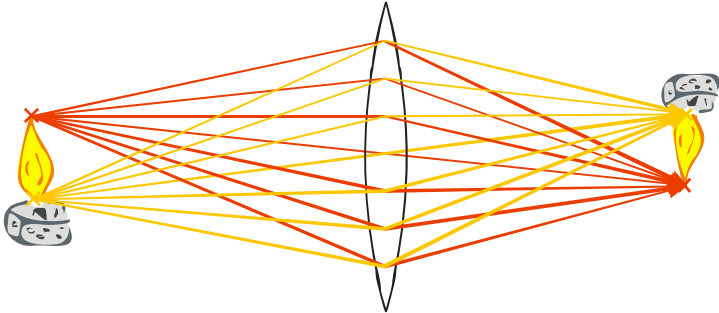
Obraz okna je vidět i v nezatemněné místnosti, kdy na papír dopadá spousta paprsků, které neprošly přes čočku a obraz netvoří.

Rozsvítíme  $\Rightarrow$  na papíře přibude paprsků, které neprošly přes čočku  $\Rightarrow$  obraz zbledne nebo zmizí 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 na papíře
- paprsky z různým bodů nasměrovala do různých míst

Jak to přesně 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  $\Rightarrow$  posunu 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. Na takové chodbě jsou na obrazu 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).