

## 5.2.2 Rovinné zrcadlo

**Předpoklady:** 5101, 5102, 5201

### Terminologie pro přijímačky z „fyziky“

Optická soustava = soustava optických prostředí a jejich rozhraní, která mění směr chodu světelných paprsků.

Optické zobrazení = postup, kterým získáváme obrazy bodů (předmětů)

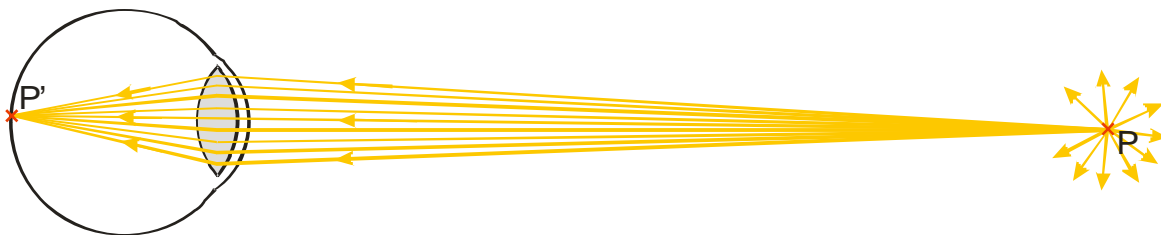
Opakování z minulé hodiny.

Pokud má někde vzniknout obraz, musí se vytvořit vztah mezi body v prostoru, ze kterých světlo vychází, a mezi body na promítacím plátně.

Viděli jsme dvě možnosti, jak to udělat:

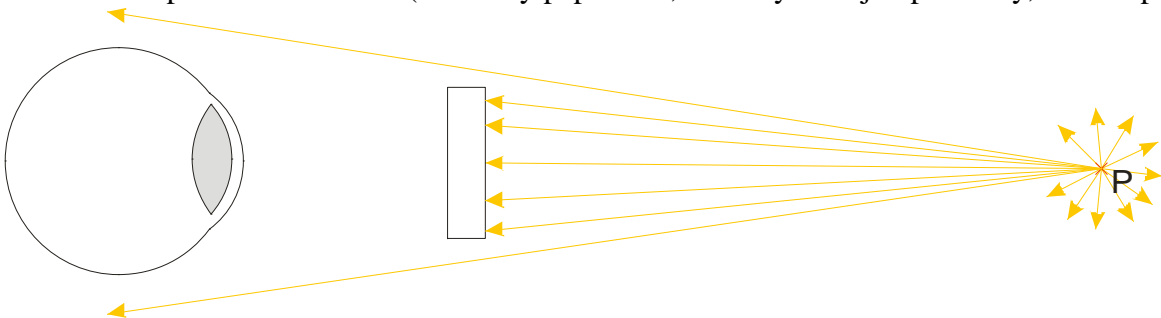
- dírková komora (z každého bodu jsme dovnitř pustili jediný paprsek, ostatní jsme zastavili krabicí  $\Rightarrow$  potřebujeme tmu),
- spojka (zalomí paprsky tak, aby se paprsky vycházející z jednoho místa, setkaly v jednom bodu na papíře  $\Rightarrow$  tím mají paprsky z našeho bodu převahu, i když tam dopadne paprsek odjinud, a jde to i bez úplné tmy).

Jak vlastně vidíme?

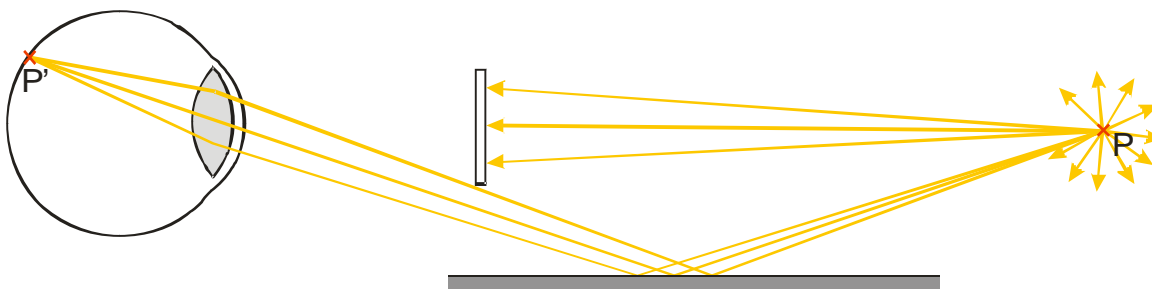


Z bodu  $P$  se rozbíhají paprsky do všech stran. Část z těchto paprsků vytváří rozbíhavý svazek, který dopadne do oka. Čočka v oku tento svazek zalomí změní ho na sbíhavý. Paprsky se setkají v bodě na zadní straně oka. Tím vytvoří obraz  $P'$  bodu  $P$ . Tkáň na zadní straně oka je citlivá na světlo a dá o dopadu paprsků vědět do mozku = tento proces se nazývá **přímé vidění**.

Mezi bod  $P$  a oko vložíme překážku  $\Rightarrow$  svazek rozbíhavých paprsků z bodu nemůže dopadnout do oka  $\Rightarrow$  předmět nevidíme (zato díky paprskům, které vycházejí z překážky, vidíme překážku).



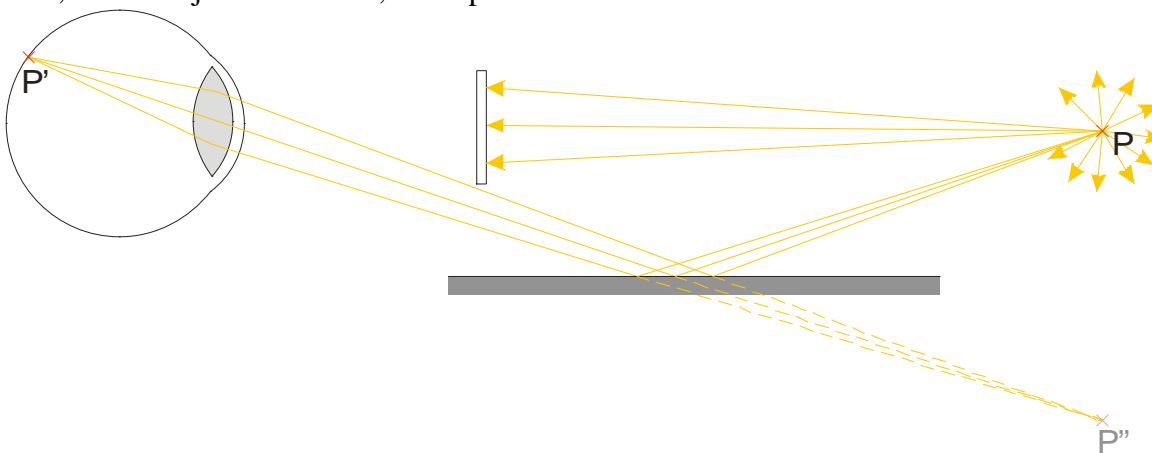
Na to, co je za překážkou, se můžeme podívat pomocí zrcadla.



Rozbívavý svazek paprsků od oka, který původně nesměřoval k oku, se od zrcadla podle zákona odrazu odrazí  $\Rightarrow$  do oka dopadá rozbívavý svazek paprsků z bodu  $P$ , oko si svazek složí do jednoho bodu a bod  $P$  opět vidíme.

Kde bod  $P$  v tomto případě vidíme?

Stejně jako při pozorování ryb ve vodě, předpokládá mozek přímočarý chod paprsků  $\Rightarrow$  zdá se nám, že bod  $P$  je za zrcadlem, ne za překážkou.



Vidíme vycházet paprsky z bodu  $P''$ , který je za zrcadlem.

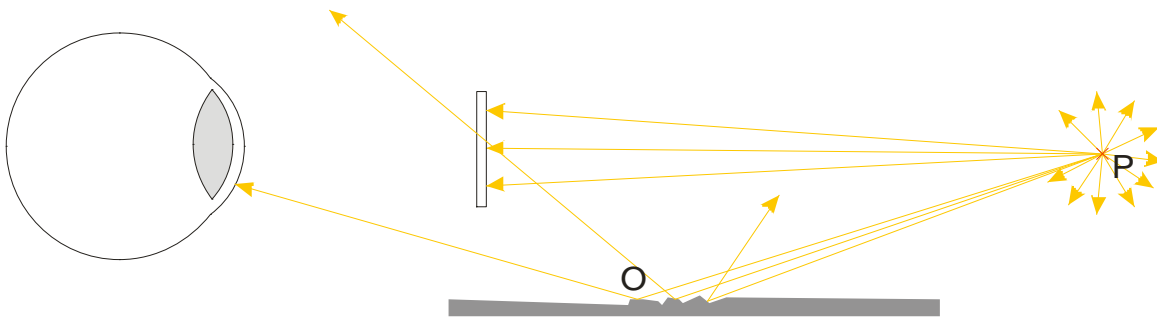
Protože ve skutečnosti paprsky z bodu  $P''$  nevycházejí říkáme, že se za zrcadlem vytvořil **zdánlivý (neskutečný) obraz** bodu  $P$ . Kdybychom do bodu  $P''$  položili papír, žádný obraz by se tam nevytvořil.

Další vlastnosti obrazu v zrcadle:

- přímý (není vzhůru nohama),
- stejně velký jako předmět,
- je souměrný s předmětem podle roviny zrcadla.

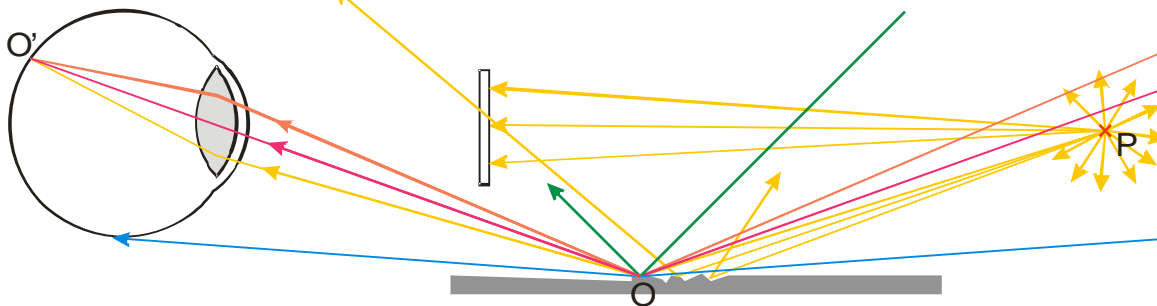
**Pedagogická poznámka:** Souměrnost podle roviny zrcadla (převrácení písmen) snadno ukážete tím, že na tabuli napíšete dvě písmena a necháte kolovat po třídě zrcátko, aby se přes něj na písmena na tabuli studenti podívali. Pokud jde o velikost předmětu, je třeba zdůraznit, že zrcátka pro líčení (která zvětšují oči) nejsou rovinná (o čemž se jejich majitelky mohou snadno přesvědčit třeba tím, že na ně položí kuličku).

Co musí být splněno, aby nějaký povrch fungoval jako rovinné zrcadlo? Proč nefunguje jako zrcadlo list papíru (bílý papír také odráží hodně světla)? Jak vypadá odraz paprsků vycházejících z bodu  $P$  od papíru?



Povrch papíru není rovný  $\Rightarrow$  každý z paprsků se odráží do jiného směru (plocha má v místě jeho odrazu jiný směr)  $\Rightarrow$  každý z paprsků ze svazku letí jinam a oko už je nemůže spojit dohromady  $\Rightarrow$  v oku nemůže vzniknout obraz bodu  $P$ .

Dokreslíme do obrázku paprsky, které do bodu  $O$  na papíře dopadají z jiných míst.



Paprsky dopadají do bodu  $O$  z různých směru  $\Rightarrow$  přestože se všechny odrážejí podle zákona odrazu, doplní paprsek, který se odrazil z bodu  $P$  do oka a vytvoří nový rozbíhavý svazek paprsků, který může oko spojit do obrazu. Tento rozbíhavý svazek však nevychází z bodu  $P \Rightarrow$  obraz, který vznikl v oku není obraz bodu  $P$ , ale obraz bodu, ze kterého vycházely paprsky, které oko spojilo, tedy obraz bodu  $O$ .

**Povrch papíru je hrboolatý**  $\Rightarrow$

- rozbíjí rozbíhavé svazky paprsků, které na něj dopadají od okolních předmětů  $\Rightarrow$  proto v něm nevidíme obrazy těchto předmětů,
- odrazem paprsků, které přicházejí z různých směru, vytváří rozbíhavé svazky paprsků, které vycházejí z jeho povrchu  $\Rightarrow$  tyto svazky může naše oko spojit a tak vidíme obrazy bodů na povrchu papíru.

**Povrch zrcadla je rovný**  $\Rightarrow$

- rozbíhavé svazky paprsků, které na něj dopadají od okolních předmětů, odráží tak, že jsou stále rozbíhavé  $\Rightarrow$  proto v něm vidíme obrazy těchto předmětů,
- zrcadlo nevytváří vlastní svazky rozbíhavých paprsků  $\Rightarrow$  zrcadlo samo je neviditelné, místo zrcadla vidíme prostor někdy jinde.

Pokud je zrcadlo malé umíme si jeho existenci uvědomit (v jeho místě vidíme předměty odjinud). Pokud je zrcadlo velké a nevíme o jeho existenci, nevíme, zda tam místo zrcadla opravdu něco není  $\Rightarrow$

- zrcadlové bludiště,
- zvětšování prostorů v obchodech.

**Vodní hladina**

- je klidná a rovná  $\Rightarrow$  odráží se v ní okolí a sama je špatně viditelná,
- zafouká vítr  $\Rightarrow$  hladina zhrbolatí  $\Rightarrow$  zmizí obraz, ale hladina je vidět dobře.

**Dodatek:** Skutečnost, že hladkost povrchu hraje zásadní roli, můžeme dokumentovat tím, že

většina povrchů, které vyleštíme (tedy vyrovnáme) se začíná chovat jako zrcadlo.

Okenní skleněné tabule jsou také rovné, proč nefungují jako zrcadlo?

Skla v oknech málo odráží dopadající světlo, naopak světlo hodně propouští.

Koukáme z místnosti ven přes okno:

- Je den. Množství světla, které jde z místnosti ven a od okna se odráží zpátky, je malé. Množství světla, které jde zvenku přes okno k nám, je velké  $\Rightarrow$  obraz venkovního prostranství přesvítil obraz vnitřku místnosti vzniklý odrazem od okna  $\Rightarrow$  vidíme situaci venku.
- Je noc. Množství světla, které jde z místnosti ven a od okna se odráží zpátky, je stejné jako ve dne (může být i větší, když se v místnosti hodně svítí). Množství světla, které jde zvenku přes okno k nám, je velmi malé (venku je tma)  $\Rightarrow$  obraz vnitřku místnosti vzniklý odrazem od okna přesvítil obraz prostranství venku  $\Rightarrow$  vidíme situaci uvnitř.

**Př. 1:** Zdůvodni, proč když v noci chceme z okna sledovat situaci venku, dáváme hlavu k oknu a stíníme si po stranách rukama.

Pokud chceme vidět situaci venku, musíme zabránit světlu z místnosti, aby se nám od okna odrazilo do očí. Čím blíže jsme u okna (a čím více si stíníme rukama), tím většímu množství světla z místnosti zabráníme v odrazu od okna do našich očí  $\Rightarrow$  můžeme vidět situaci venku.

**Př. 2:** Když jede metro mezi stanicemi, vidíme v oknech, co se děje ve vagónu. Když je metro ve stanici, vidíme v oknech, co se děje ve stanici. Vysvětli.

Stejný efekt jako když koukáme z místnosti ven.

Při jízdě v tunelu je venku tma  $\Rightarrow$  zvenku jde málo světla  $\Rightarrow$  světlo jsoucí z metra a odražené od skla přesvítil světlo prošlé sklem z tunelu  $\Rightarrow$  vidíme vnitřek vagónu.

Při zastávce je ve stanici světlo  $\Rightarrow$  zvenku jde hodně světla  $\Rightarrow$  světlo prošlé sklem ze stanice přesvítil světlo jsoucí z metra a odražené od skla  $\Rightarrow$  vidíme stanici.

**Př. 3:** Vysvětli, funkci záclon. Jakým způsobem přes den zabraňují pohledu zvenku dovnitř. Proč když je venku tma a uvnitř rozsvítíme, je zvenku vidět dovnitř?

**Problém:** Záclony jsou průhledné v jednom směru. Ve dne vidíme z místnosti ven (a zvenku do místnosti vidět není), v noci je vidět zvenku do místnosti (pokud je v místnosti rozsvíceno).

Záclony jsou bílé (hodně odráží světlo) a mají velké díry (aby propouštěly světlo zvenku dovnitř).

**Přes den** (v místnosti je méně světla než venku):

- Člověk, který se dívá na záclonu zvenku, vidí více světla odraženého od látky záclony než prošlého dírami z místnosti  $\Rightarrow$  vidí bílou látku záclony a nevidí vnitřek místnosti.
- Člověk, který se dívá na záclonu zevnitř, vidí více světla prošlého dírami z venku než odraženého od látky záclony  $\Rightarrow$  ven vidí.

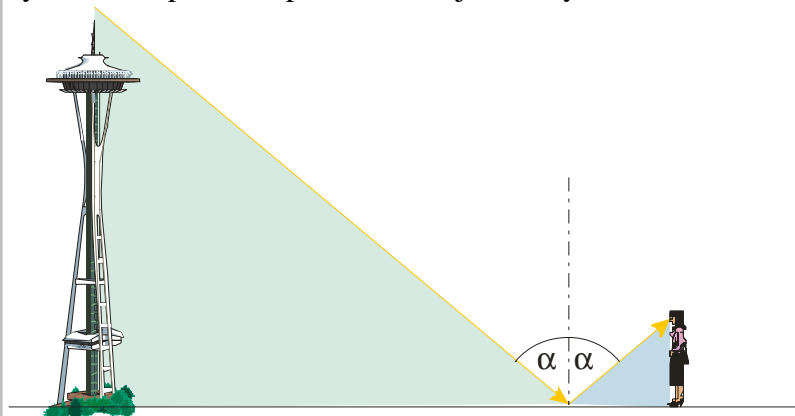
**V noci** (v místnosti je více světla než venku):

- Člověk, který se dívá na záclonu zvenku, vidí více světla prošlého dírami z místnosti než odraženého od látky záclony  $\Rightarrow$  do místnosti vidí.
- Člověk, který se dívá na záclonu zevnitř, vidí více světla odraženého od látky záclony než prošlého dírami z venku  $\Rightarrow$  ven nevidí (na to už stačí i okno samo).

Roli hraje také vzdálenost, ze které se na záclonu díváme, a ostření zraku.

**Př. 4:** Najdi způsob, jak pomocí zrcátka položeného na zemi změřit výšku věže (nebo jiné stavby). Urči výšku věže, pokud postup používá člověk o výšce 1,8 metru, stojící 1,5 metru od zrcátka, které je vzdáleno 26 metrů od paty věže.

Předpokládáme, že u stavby je dostatečně dlouhá vodorovná plocha. Položíme zrcátko na zem tak, abychom v něm viděli vrchol věže. Protože paprsky se od zrcátka odrážejí podle zákona odrazu pod stejným úhlem, pod jakým na něj dopadly, můžeme si představit, že nám vyznačí dva podobné pravoúhlé trojúhelníky.



Pro strany těchto podobných trojúhelníků platí:  $\frac{h_1}{h_2} = \frac{x_1}{x_2} \Rightarrow h_1 = \frac{x_1}{x_2} \cdot h_2$

Dosazení:  $h_1 = \frac{x_1}{x_2} \cdot h_2 = \frac{26}{1,5} \cdot 1,7 \text{ m} = 29 \text{ m}$

Věž má výšku 29 metrů.

**Pedagogická poznámka:** Do řešení nedosazuji celou výšku postavy, ale výšku očí nad povrchem, která je přibližně o 10 cm menší. Pokud je v hodině čas, schválím obecný styl řešení, ale pak se třídou přemýšlíme, proč jsem získal výsledek tak odlišný.

**Shrnutí:** Rozdílné chování zrcadel a „normálních“ předmětů způsobuje jiný způsob odrazu světelných paprsků.