

# ZOBRAZENÍ ODRAZEM A LOMEM

## (zásobník úloh a námětů do výuky)

Zásobník slouží jako zdroj příkladů a námětů pro učitele, tudíž zde nejsou metodicky rozpracované hodiny. Vyučující zde ale naleznou nápady, které mohou zakomponovat do výuky.

Zásobník je rozdělen na následující části:

- Zásobník úloh – základní úroveň
- Zásobník úloh – pokročilá úroveň
- Náměty do výuky

## Zásobník úloh – základní úroveň

1. Pavel zjistil, že existují dvě různé polohy předmětu, při nichž dává jeho duté zrcadlo obraz dvakrát větší, než je předmět. Zjistěte pomocí aplikace, v jakém vztahu jsou tyto dvě předmětové vzdálenosti?

*Platí, že jedna předmětová vzdálenost je trojnásobkem druhé předmětové vzdálenosti. Pro  $a = 1,5f$  je obraz převrácený, skutečný, pro  $a = 0,5f$  je obraz přímý, neskutečný.*

2. Určete, jaký vztah platí pro spojnou čočku mezi předmětovou a obrazovou vzdáleností.

*Nepřímá úměrnost.*

3. Holmes vytáhl z kapsy pásmový metr a lupu. S těmito dvěma pomůckami chodil bezhlesně po pokoji, chvílemi se zastavil, pak si zase klekl a jednou přiblížil obličej až k zemi. Byl svým počínáním tak zaujat, že se zdálo, že ani neví, že je kromě něho ještě někdo jiný v pokoji. Celou tu dobu tlumeně hovořil sám k sobě, chvílemi něco vykřikl nebo vzdychl, občas hvízdal, a jinými tichými zvuky povzbuzoval sám sebe. Připomínal mi dobře vycvičeného foxteriéra, který pobíhá sem tam houštinou a nepřestává ze samé dychtivosti kňučet, dokud nenajde ztracenou stopu. Prohlídka mu trvala víc než dvacet minut. Vzdálenost mezi nějakými body, které jsem já vůbec neviděl, měřil velmi pečlivě a nevím, proč čas od času přiložil metr ke stěně. Na jednom místě sebral z podlahy hrstku šedého prachu a vložil jej do obálky. Nakonec prohlédl lupou slovo napsané na stěně. Velmi důkladně prozkoumal každé písmeno. Potom zastrčil pásmový metr a lupu do kapsy - zřejmě byl s prohlídkou hotov.

DOYLE, Arthur Conan. *Studie v šarlatové*. Praha: Práce, 1964, ISBN 24-056-64.

4. Lupu tvoří čočka spojka, která je umístěna do držátka. S pomocí aplikace a internetu odpovězte na následující otázky.
  - a. Kde musí být umístěn předmět, aby spojná čočka mohla fungovat jako zvětšovací sklo?
  - b. Jaké maximální zvětšení umožňuje model lupy použitý v aplikaci? K výpočtu využijte vztah pro výpočet úhlového zvětšení čočky:

$$\gamma = \frac{d}{f} + 1$$

kde  $d$  je konvenční zřaková vzdálenost ( $d = 0,25$  m) a  $f$  je ohnisková vzdálenost čočky.

- c. Šlo by použít čočku z aplikace jako reálnou lupu?
- d. Jaké je běžné úhlové zvětšení lup, které jdou koupit v e-shopech?

**Odpovědi:**

- a. *Předmět musí být umístěn mezi čočku a předmětové ohnisko čočky.*
- b. *S pomocí aplikace jde určit, že ohnisková vzdálenost čočky je  $f = 0,5$  m. Zvětšení lupy je proto  $\gamma = 1,5$ .*
- c. *Toto zvětšení je větší než 1. Čočka jde použít jako lupa.*
- d. *Běžné lupy mají zvětšení  $\gamma = 2$  a více.*

## Zásobník úloh – pokročilá úroveň

1. Petr chce určit ohniskovou vzdálenost spojné soustavy. Protože spojnou soustavu tvoří kombinace většího počtu čoček ve společné objímce, nelze změřit předmětovou ani obrazovou vzdálenost přímo (nezná polohu optického středu soustavy). Rozhodne se použít Besselovu metodu. Stínítko umístí do vzdálenosti 80 cm od předmětu, kterým je vlákno žárovky. Spojnou soustavou vytvoří na stínítku ostrý obraz vlákna. Poté (při nezměněné poloze žárovky a stínítka) posouvá spojnou soustavu, dokud se mu nevytvoří na stínítku opět ostrý obraz. Změří velikost posunutí, které činí 40 cm. Seznamte se s Besselovou metodou a určete výpočtem ohniskovou vzdálenost spojné soustavy. Pomocí aplikace výpočet ověřte a určete, jakou hodnotu měla předmětová a obrazová vzdálenost.

*Besselova metoda: vzdálenost stínítka a předmětu  $e = 80$  cm. Posunutí  $d = 40$  cm*

$$f = (e + d) \cdot (e - d) / 4e \quad \text{Číselně } f = (80 + 40) \cdot (80 - 40) / (4 \cdot 80) = 15$$

*$f = 15$  cm. Předmětová a obrazová vzdálenost jsou 60 cm a 20 cm, respektive 20 cm a 60 cm.*

2. Jaké brýle potřebuje na čtení z konvenční zrakové vzdálenosti a) krátkozraký student s blízkým bodem ve vzdálenosti 12,5 cm, b) vetchozraká stařenka s blízkým bodem ve vzdálenosti 50 cm od oka? Řešte výpočtem a znázorněte pomocí aplikace. Konvenční zraková vzdálenost činí 25 cm.

1.  $-4 D$
2.  $+2 D$

3. Layardova čočka (Nimrudská čočka) je kus broušeného křemene, který byl nalezen roku 1850 v troskách Asyrského města Nimrud (biblické město Kalach), které leží v dnešním Iráku. Průměr spojné čočky je asi 38 mm a tloušťka křemene v nejšířším místě čočky je 23 mm. Ohnisková vzdálenost čočky je asi 12 cm.
4. S pomocí aplikace a výpočtů odpovězte na následující otázky:
  - a) Jaká je optická mohutnost čočky?
  - b) Jaké je úhlové zvětšení této čočky, kdybychom ji použili jako lupy?

*Odpovědi:*

*a. 8,3 D*

*b. Při použití vztahu*

$$= \frac{d}{f} + 1$$

kde  $d$  je konvenční zraková vzdálenost ( $d = 0,25$  m) a  $f$  je ohnisková vzdálenost čočky, je maximální úhlové zvětšení lupy  $\gamma = 3,1$ .



5. Děj románu *Jméno růže* se odehrává na podzim roku 1327 v opatství, ve kterém mají probíhat jednání mezi zástupci císaře a papeže. Současně zde Vilém z Baskervillu řeší záhadné vraždy, které mají spojitost s místní knihovnou.

*Vilém vsunul ruce do kutny, která mu na hrudi vytvářela jakousi kapsu, a vytáhl odtamtud předmět, který jsem mu už předtím zahlédl v rukou nebo na nose. Byly to svorky sestrojené tak, aby se udržely na nose člověka (a tím spíš na velikém orlím nose mého mistra) jako jezdec na hřbetě koně nebo pták na bidýlku. Napravo i nalevo, kde bývají oči, byly ke svorkám upevněny dvě kovové obroučky a v nich nasazena skla ve tvaru mandle, tlustá jako dno od sklenice. Vilém si je nasadil pokaždé, když měl číst, a říkal, že vidí líp, než jak mu příroda a pokročilý věk dovoluje, zvláště když ubývá denního světla, ne však při pohledu do dálky, to má zrak naopak velice ostrý, jen zblízka. Skrze ta skla mohl číst rukopisy psané písmeny tak drobnými, že já sám jsem je stěží rozluštil. Vysvětlil mi, že dorazí-li člověk, i když měl zrak výtečný, za půli svého života, oko tvrdne a zornička se nepřizpůsobuje, takže mnozí vědci po dosažení padesáti zim jsou jako mrtvi pro čtení i psaní. Je to velké neštěstí, protože ještě řadu let by mohli ze sebe vydávat to nejlepší. Je třeba tudíž chválit Pána našeho za to, že někdo tento nástroj vynalezl a vyrobil. A říkal mi to na důkaz správnosti myšlenek toho svého Rogera Bacona, který tvrdil, že cílem vědění je mimo jiné prodloužit lidský život.*

ECO, Umberto. *Jméno růže*. Praha: Odeon, 1988, ISBN 01-003-88.

S pomocí aplikace, výpočtů a internetu odpovězte na tyto otázky:

- Jakou oční vadou nejspíše Vilém trpěl?
- Jaký druh čoček používal ve svých brýlích?
- Mohl mít v době románových událostí opravdu někdo brýle?
- Předpokládejme, že Vilém měl v brýlích čočky s optickou mohutností  $\phi = 3 \text{ D}$ . Jaká je ohnisková vzdálenost čoček?
- Na jakou nejbližší vzdálenost Vilém viděl ostře, pokud používal čočky o optické mohutnosti  $\phi = 3 \text{ D}$ ?

Odpovědi:

- Okno bylo nejspíše vetchozraké (presbyopie).
- Spojky.
- Ano, brýle se objevují v Itálii kolem roku 1000 n. l.
- $f = 0,33 \text{ m}$

S použitím zobrazovací rovnice

$$\frac{1}{f} = \frac{1}{a} + \frac{1}{a'}$$

zjistíme, v jaké vzdálenosti vytvoří čočka ( $\phi = 3 \text{ D}$ ,  $f = 33,3 \text{ cm}$ ) obraz předmětu umístěného v konvenční zrakové vzdálenosti ( $a = 0,25 \text{ m}$ ), jde tedy odhadnout, že Vilém zaostřil na vzdálenost  $1 \text{ m}$  – jeho blízký bod ležel ve vzdálenosti  $1 \text{ m}$  od jeho oka ( $a' = -1 \text{ m}$ ).



## Náměty do výuky

1. Velmi praktickým uplatněním odrazu světla a tepelného záření je solární vařič (solar cooker). Konstrukce vařiče vychází z myšlenky koncentrace tepelného záření do místa uložení potravin či nádoby s vodou. Tento typ vařičů poskytuje v rozvojových zemích subtropických oblastí neocenitelnou pomoc lidem při přípravě pokrmů či pasterizaci vody. Více se jde o tomto vařiči dočíst v článku SOLAR COOKERS: How to make, use and enjoy, který je dostupný na WWW: <http://solarcooking.org/plans/plans.pdf>.
2. Brýle jsou vynálezem středověké Evropy a Číny. Již kolem roku 1000 n. l. se v Benátkách vyráběl takzvaný čtecí kámen – skleněná čočka používaná ke čtení. Čočky umístěné do obrouček se objevují v druhé polovině 13. století v Itálii a Číně. Italský renesanční malíř Domenico Ghirlandaio (1449-1494) umístil na svůj obraz Svatý Jeroným při studiu brýle. Ve Francii byl tento světec považovaný za patrona výrobců brýlí.
3. Nejstarší broušené čočky pocházejí ze starověkého Ninive. Jedná se o leštěný kus křemene o průměru přibližně 4 cm. V současné době (leden 2022) je největší připravovaný pozemský dalekohled Extrémně velký dalekohled (Extremely Large Telescope – ELT). Jeho základem by mělo být zrcadlo o průměru 39,3 m s odrazovou plochou 978 m<sup>2</sup>. Největším vesmírným dalekohledem je Vesmírný dalekohled Jamese Webba (James Webb Space Telescope, JWST). Tento dalekohled je opatřen zrcadlem o průměru 6,5 m a odrazovou plochou 25 m<sup>2</sup>.