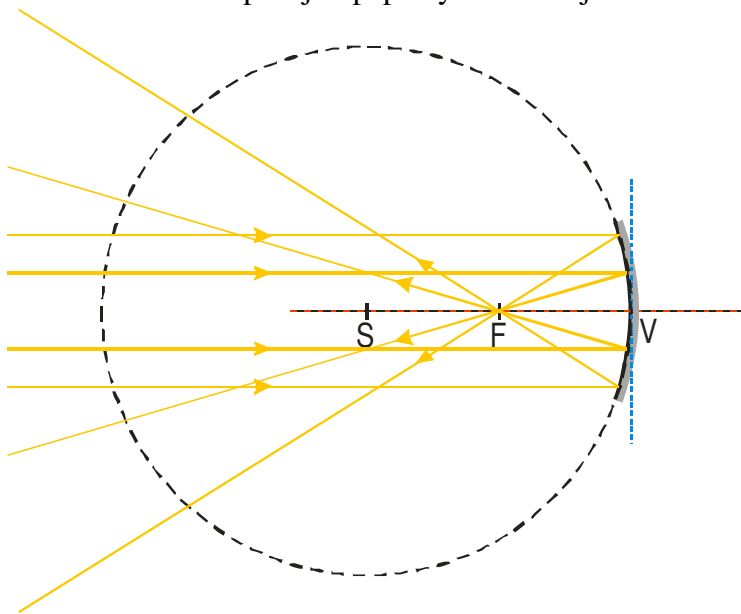


## 5.2.5 Vypuklé zrcadlo

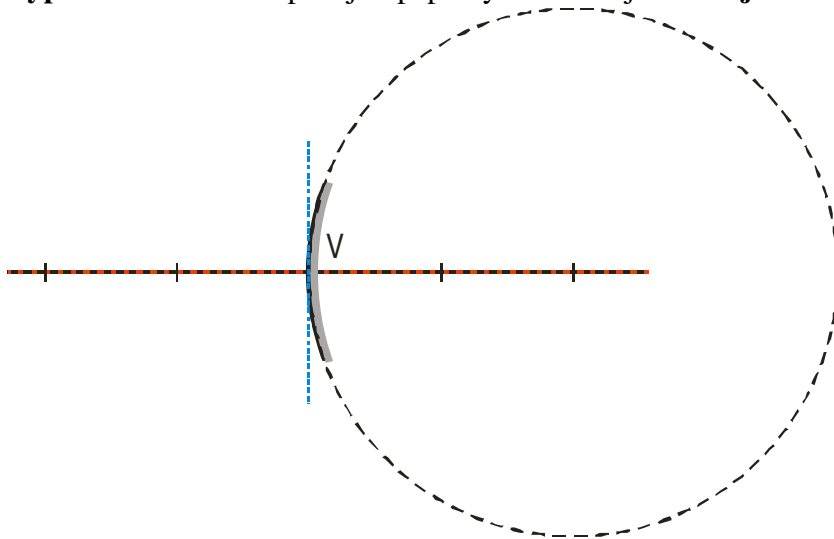
**Předpoklady:** 5203, 5204

**Duté zrcadlo** – dopadající paprsky se odrážejí **od vnitřní strany** části povrchu koule

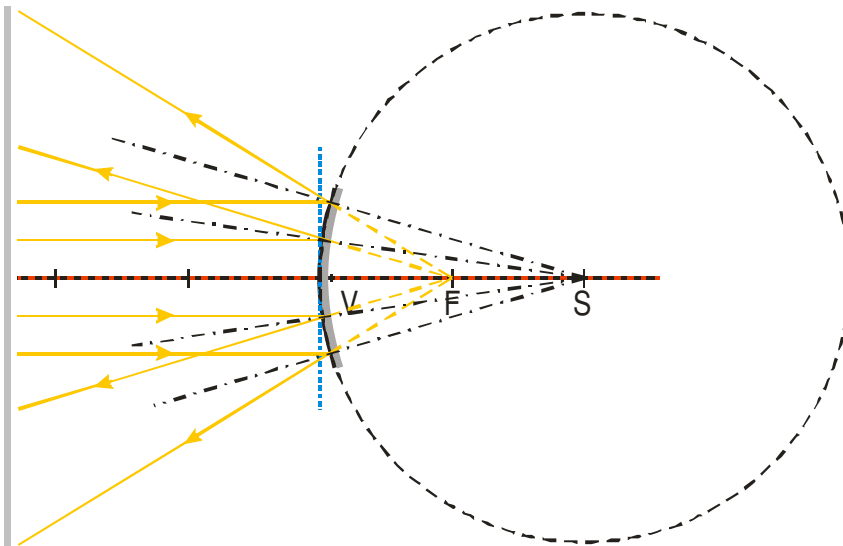


Například svazek paprsků rovnoběžných s osou odrazí zrcadlo do jednoho bodu – ohniska zrcadla.

**Vypuklé zrcadlo** - dopadající paprsky se odrážejí **od vnější strany** části povrchu koule.



**Př. 1:** Nakresli přibližný obrázek vypuklého zrcadla a do něj odraz paprsků rovnoběžných s optickou osou.

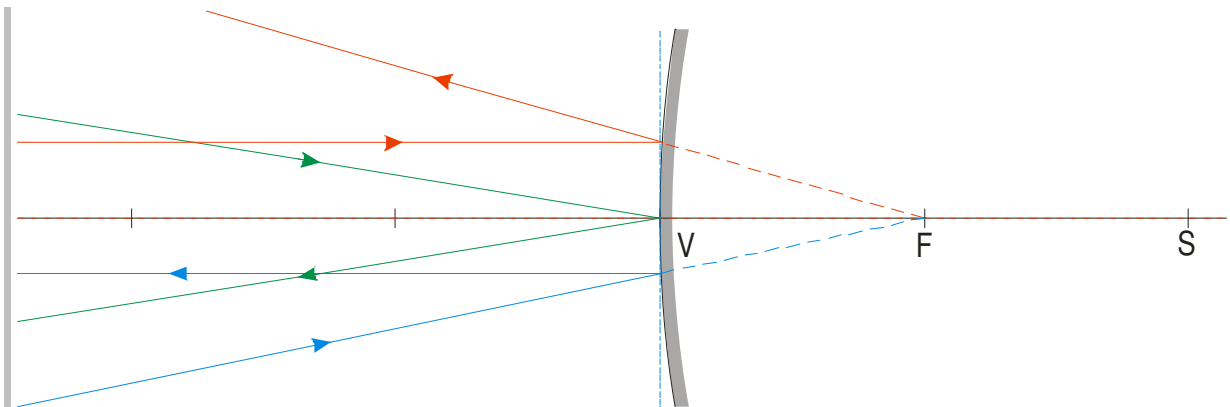


Zrcadlo je otočené na druhou stranu  $\Rightarrow$  podle zákona odrazu bude odrážet paprsky od sebe. Pokud budeme kreslit přesněji, zdá se, že vycházejí z bodu (ohniska) za zrcadlem, který je v poloviční vzdálenosti mezi vrcholem a středem.

Ohnisko vypuklého zrcadla je opět středem úsečky  $SV$ , tentokrát ale leží za zrcadlem  $\Rightarrow$

- u vypuklého zrcadla platí  $f < 0$  (ohnisková vzdálenost je záporná),
- ohnisko leží za zrcadlem  $\Rightarrow$  někdy se říká, že je **zdánlivé**.

**Př. 2:** Nakresli do jednoho obrázku chod význačných paprsků u vypuklého zrcadla.



Situace se příliš nezměnila:

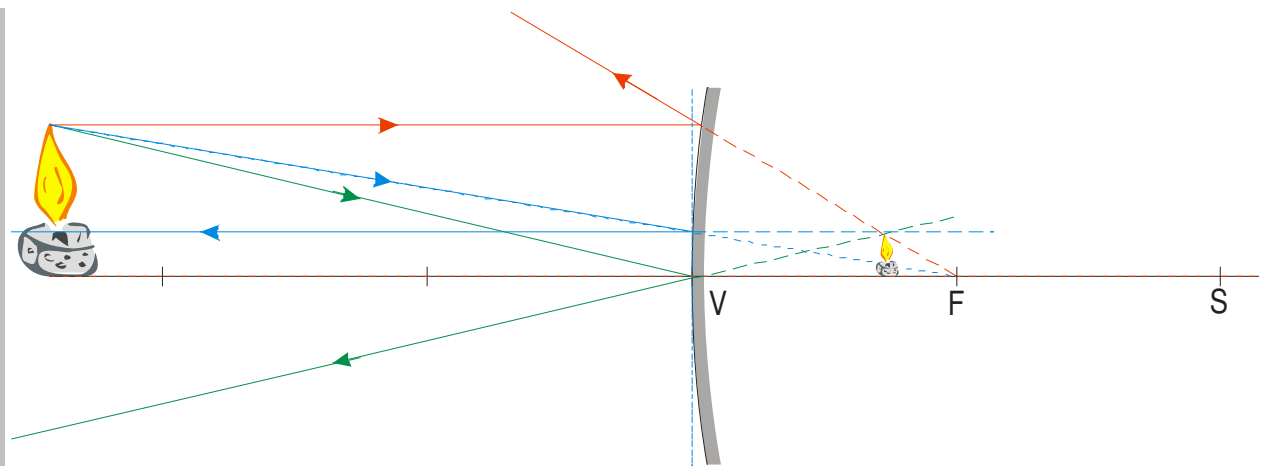
- paprsek dopadající do vrcholu se odráží pod stejným úhlem vzhledem k optické ose (podle zákona odrazu),
- paprsek jdoucí rovnoběžně s osou se odráží jakoby vylétal z ohniska za zrcadlem,
- paprsek, který dopadá směrem do ohniska, se odráží rovnoběžně s osou.

**Pedagogická poznámka:** Pro následující příklad rozdělím třídu na tři skupiny a každá kreslí jinou polohu svíčky.

**Př. 3:** Najdi pomocí chodu význačných paprsků obrazy svíčky v různých vzdálenostech od vypuklého zrcadla.

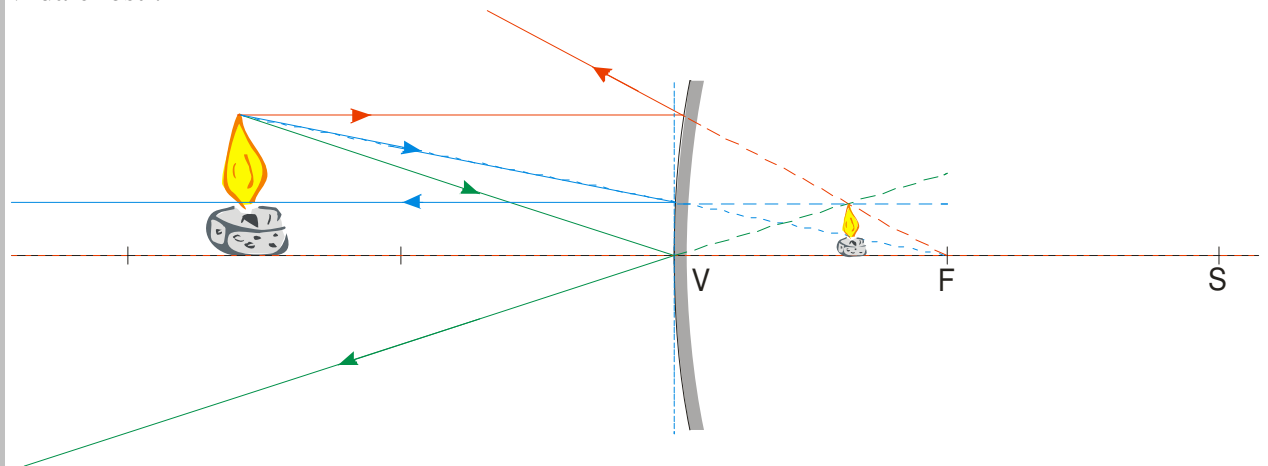
Postavíme si svíčku do tří poloh, které odpovídají třem různým druhům obrazu u dutého zrcadla.

Svíčka ve vzdálenosti větší než je dvojnásobek ohniskové vzdálenosti.



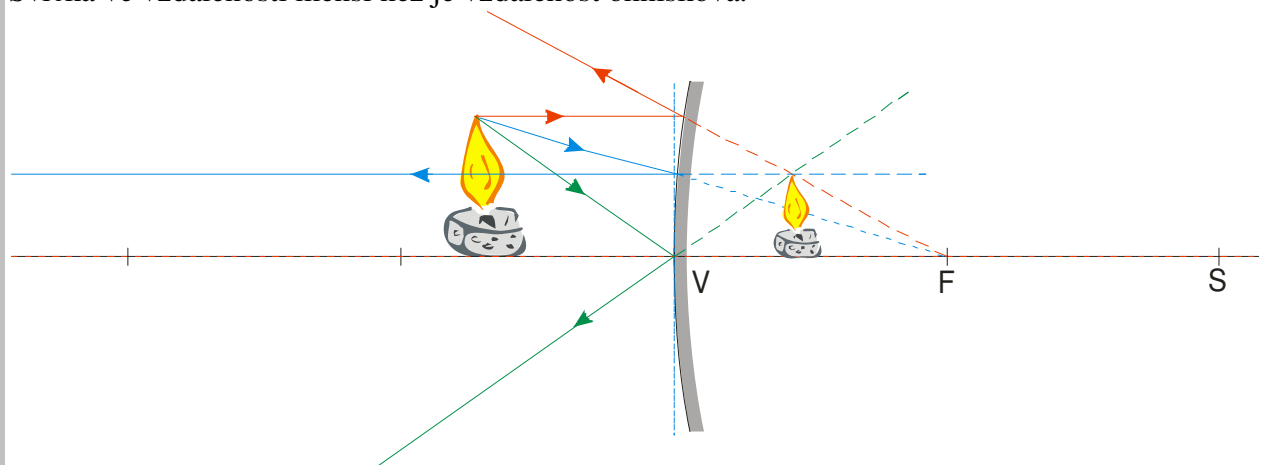
Odražené paprsky se před zrcadlem nikde nesbíhají. Zdá se, že všechny tři paprsky vycházejí z jednoho místa za zrcadlem  $\Rightarrow$  za zrcadlem vznikne zdánlivý, vzpřímený zmenšený obraz svíčky.

Svíčka ve vzdálenosti větší je vzdálenost ohnisková a menší než je dvojnásobek ohniskové vzdálenosti.



Odražené paprsky se před zrcadlem nikde nesbíhají. Zdá se, že všechny tři paprsky vycházejí z jednoho místa za zrcadlem  $\Rightarrow$  za zrcadlem vznikne zdánlivý, vzpřímený zmenšený obraz svíčky, jen o trochu větší než v předchozím případě.

Svíčka ve vzdálenosti menší než je vzdálenost ohnisková.



Odražené paprsky se před zrcadlem nikde nesbíhají. Zdá se, že všechny tři paprsky vycházejí z jednoho místa za zrcadlem  $\Rightarrow$  za zrcadlem vznikne zdánlivý, vzpřímený zmenšený obraz svíčky, opět o trochu větší než v předchozím případě.

Ve všech případech vznikl zdánlivý, vzpřímený, zmenšený obraz předmětu. Čím je vzdálenost předmětu od zrcadla větší, tím je jeho obraz menší.

**Př. 4:** Na základě výsledků předchozího příkladu rozhodni, jaký obraz, kdy a kde můžeme pomocí vypuklého vytvořit.

Vypuklé zrcadlo nikdy nevytvoří skutečný obraz zachytitelný na papír.  
Při libovolné vzdálenosti předmětu od zrcadla vznikne v zrcadle neskutečný, vzpřímený a zmenšený obraz předmětu  $\Rightarrow$  vždy se v zrcadle uvidíme zmenšeně.

Zmenšení obrazu ve vypuklém zrcadle má jeden zajímavý důsledek: v kulovém zrcadle vidíme daleko větší část prostoru než v normálním zrcadle.

**Pedagogická poznámka:** Pokud nemáte Van der Graff, určitě najdete jinou leštěnou kovovou kouli. Žáci by každopádně měli zrcadlo ve škole vidět a porovnat velikost zobrazené scény s normálním zrcadlem.

Využití vypuklých zrcadel:

- zrcadla u nepřehledných míst na silnicích (obraz je sice zmenšený, ale zabírá velkou část prostoru – jako koule Van der Graffova generátoru),
- zpětná zrcátka.

**Př. 5:** Leštěná kovová koule Van de Graaffova generátoru, která funguje jako vypuklé zrcadlo, má průměr 30 cm. Urči její ohniskovou vzdálenost. Vypočti polohu a velikost obrazu člověka vysokého 1,8 m vzdáleného od koule 5 m.

Ohnisková vzdálenost je polovina poloměru  $\Rightarrow f = \frac{-30}{4} \text{ cm} = -7,5 \text{ cm}$  (ohnisko je za zrcadlem)

$$a = 5 \text{ m} = 500 \text{ cm}, \quad y = 1,8 \text{ m}, \quad a' = ?$$

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

$$a' \cdot f + a \cdot f = a \cdot a'$$

$$a \cdot f = a \cdot a' - a' \cdot f$$

$$a \cdot f = a'(a - f)$$

$$a' = \frac{a \cdot f}{a - f}$$

Dosadíme (ve vzorci se vyskytují pouze vzdálenosti  $\Rightarrow$  nemusíme dosazovat v základních jednotkách, dosazujeme v cm)

$$a' = \frac{a \cdot f}{a - f} = \frac{500 \cdot (-7,5)}{500 - (-7,5)} \text{ cm} = -7,4 \text{ cm} \quad (\text{obraz je za zrcadlem})$$

$$Z = \frac{y'}{y} = -\frac{a'}{a} \Rightarrow y' = -\frac{a'}{a} \cdot y = -\frac{-7,4}{500} \cdot 180 \text{ cm} = 2,7 \text{ cm}$$

Zdánlivý obraz člověka vznikne 7,4 cm za zrcadlem a bude vysoký 2,7 cm.

**Př. 6:** Při pohledu do vypuklého zrcadla je nápadný zdeformovaný obličej – velký nos, tlusté rty. Vysvětli.

Zdánlivé obrazy ve vypuklém zrcadle jsou zmenšené, čím dále je předmět od zrcadla, tím více je jeho obraz zmenšený  $\Rightarrow$  části obličeje, které jsou k zrcadlu blíže (nos, rty) jsou méně zmenšené a zdají se větší.

**Př. 7:** Dokaž pomocí zobrazovací rovnice, že obraz vytvořený vypuklým zrcadlem je vždy zdánlivý.

Obraz je zdánlivý  $\Rightarrow$  vzniká za zrcadlem (obrazová vzdálenost je záporná).

Vyjádříme obrazovou vzdálenost ze zobrazovací rovnice.

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

$$a' \cdot f + a \cdot f = a \cdot a'$$

$$a \cdot f = a \cdot a' - a' \cdot f$$

$$a \cdot f = a'(a - f)$$

$$a' = \frac{a \cdot f}{a - f}$$

Jaké je znaménko zlomku?

- Čítec: součin kladného předmětové vzdálenosti a záporné ohniskové vzdálenosti  $\Rightarrow$  záporné číslo.
- Jmenovatele: od kladného čísla odečítáme záporné číslo  $\Rightarrow$  kladné číslo.  
 $\Rightarrow$  Hodnota zlomku je záporná  $\Rightarrow$  obrazová vzdálenost je záporná  $\Rightarrow$  obraz vzniká za zrcadlem a je zdánlivý.

**Př. 8:** Vmysli a v praxi zrealizuj postup, kterým bys určil poloměr kulové plochy zrcadla používaného u silnice na zpřehlednění dopravní situace.

**Shrnutí:** Funkce vypuklého zrcadla je do značné míry „obrácená“ k funkci zrcadla dutého. Vypuklé zrcadlo vždy vytváří zdánlivý, vzpřímený a zmenšený obraz.