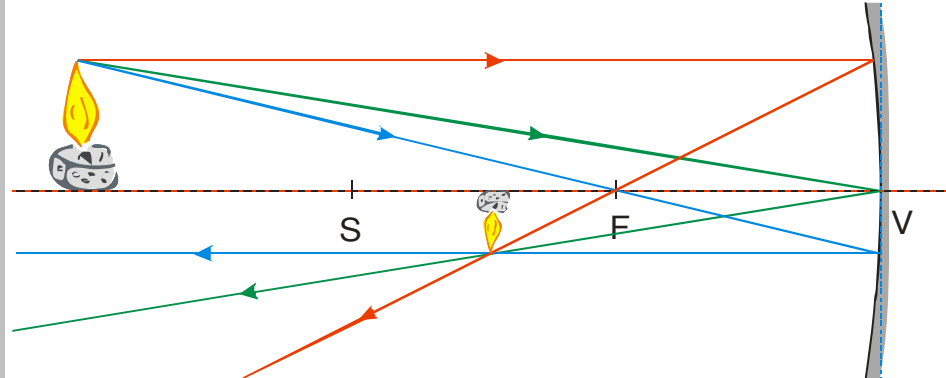


## 5.2.4 Duté zrcadlo II

**Předpoklady:** 5203

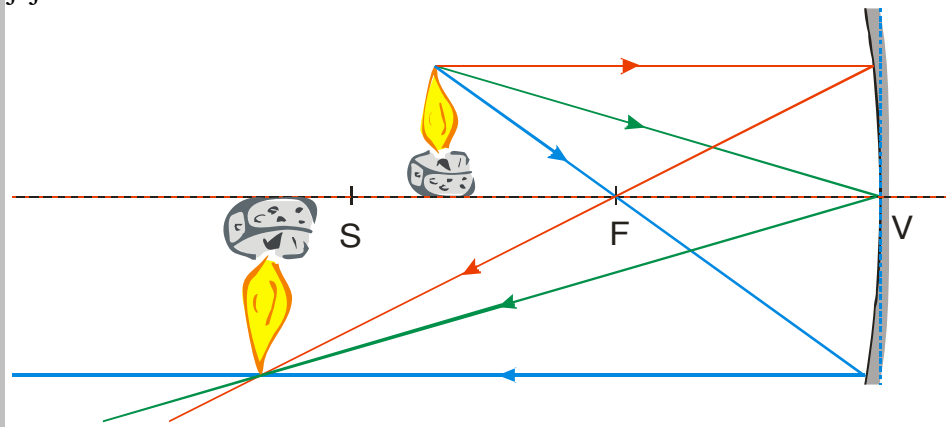
**Př. 1:** Najdi takové umístění svíčky a zrcátka, aby obraz, který vznikl, byl zvětšený a převrácený. Nakresli pro tuto situaci náčrtek se zobrazeným chodem význačných paprsků.

Díky zákonu o záměně chodu paprsků máme příklad vyřešený od minulé hodiny.



Pokud bychom obrátili směr paprsků svíčka by se nacházela mezi body  $S$  a  $F$  její obraz za bodem  $S$ .

Nakreslíme si obrázek se svíčkou mezi body  $S$  a  $F$  a pomocí význačných paprsků najdeme její obraz.



Stejná situace (vzniká zvětšený, převrácený, skutečný obraz) nastává vždy, když se svíčka nachází mezi body  $S$  a  $V$ .

**Př. 2:** Při zobrazování dutým zrcadlem o ohniskové vzdálenosti 25 cm, vznikne zvětšený převrácený obraz ve vzdálenosti 70 cm od zrcadla. Jak daleko od zrcadla se nachází svíčka? Urči zvětšení obrazu.

$$a' = 70 \text{ cm} \quad f = 25 \text{ cm} \quad a = ?$$

Dosadím do zobrazovací rovnice za  $a$  a  $f$  a zjistím zda vyjde naměřená hodnota  $a'$ .

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

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

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

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

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

$$\text{Dosadíme: } a = \frac{a' \cdot f}{a' - f} = \frac{70 \cdot 25}{70 - 25} = 39 \text{ cm}$$

$$\text{Zvětšení: } Z = \frac{y'}{y} = -\frac{a'}{a} = -\frac{70}{39} = -1,8 \quad (Z < 0 \Rightarrow \text{obraz je převrácený})$$

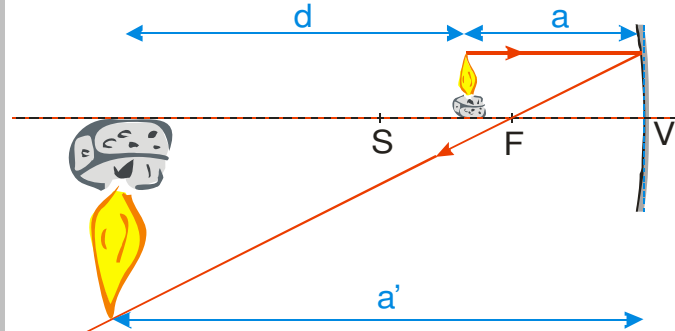
Svíčka musí být umístěna 39 cm od zrcadla.

Výsledek snadno ověříme měřením.

**Př. 3:** Mezi svíčkou a zdí je vzdálenost 205 cm. Urči, jak daleko před svíčku musíme dát zrcátko s ohniskovou vzdáleností 25 cm, aby na zdi vznikl zvětšený obraz svíčky.

$$f = 25 \text{ cm} \quad d = 205 \text{ cm} \quad a = ?$$

Nakreslíme si obrázek, abychom zjistili význam vzdálenosti  $d$  pro vzdálenosti  $a$  a  $a'$ .



Z obrázku je vidět, že platí:  $a' = a + d = a + 205 \text{ cm}$ .

Dosadíme do zobrazovací rovnice  $\frac{1}{f} = \frac{1}{a} + \frac{1}{a'}$ .

$$\frac{1}{25} = \frac{1}{a} + \frac{1}{a + 205} \quad | \cdot 25 \cdot a \cdot (a + 205)$$

$$a \cdot (a + 205) = 25 \cdot (a + 205) + 25a$$

$$a^2 + 205a = 25a + 5125 + 25a$$

$$a^2 + 155a - 5125 = 0$$

$$a_1 = 28,005$$

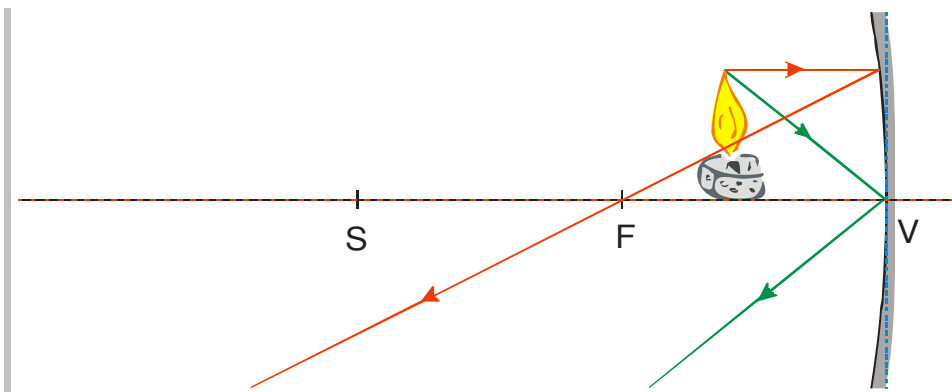
$$a_2 = -183,005 \quad \text{druhý kořen zjevně nemá fyzikální význam.}$$

Předběžná kontrola: Svíčka musí být někde mezi místem S a F. To znamená, že bude někde mezi 25 a 50 cm od zrcadla.

Pokud má obraz svíčky vzniknout 205 cm od ní, musí být zrcátko od svíčky vzdáleno 28 cm.

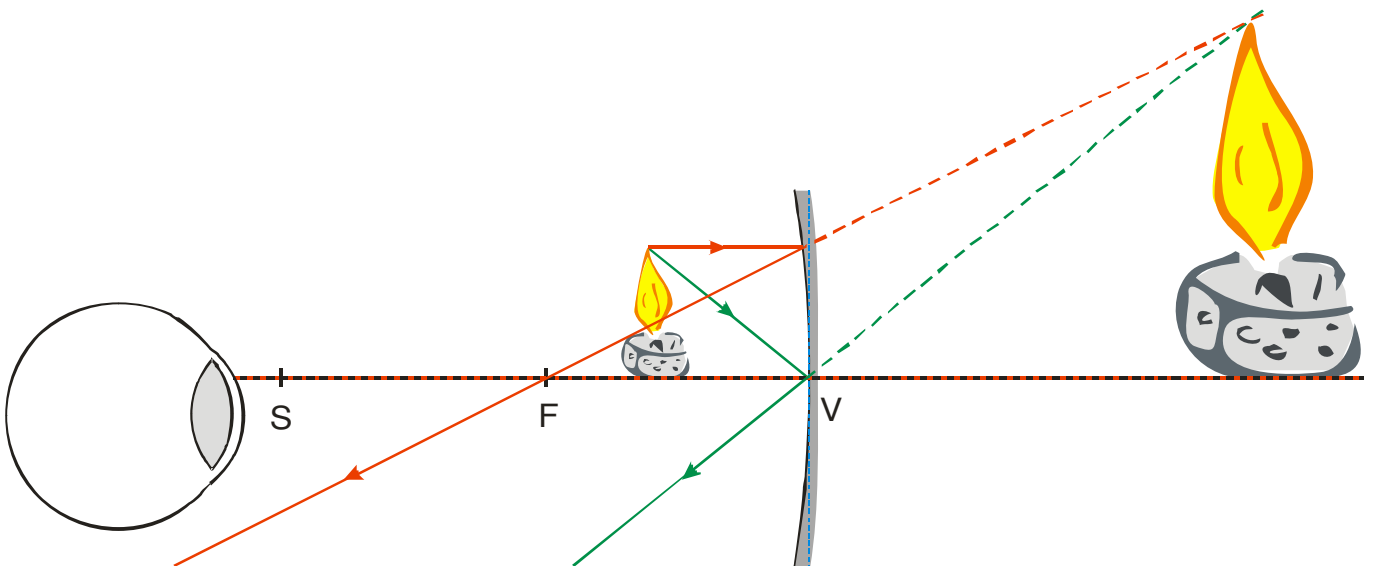
Pokus nás opět přesvědčí, že jsme počítali správně.

**Př. 4:** Svíčka je umístěna mezi ohniskem a vrcholem zrcadla. Zakresli chod význačných paprsků a zjisti, zda vzniká obraz.



Z obrázku je vidět, že rovnoběžný a vrcholový paprsek se nikdy neprotnou  $\Rightarrow$  v prostoru před zrcadlem nikde nevznikne obraz svíčky.

Přesto by nějaký obraz vzniknout měl, protože v zrcátku byl vidět při malých vzdálenostech zvětšený obraz obličeje. Nakreslíme si do obrázku lidské oko a prodloužíme chod paprsků za zrcadlo.



Lidské oko předpokládá, že paprsky, které do něj dopadají se pohybují přímočaře  $\Rightarrow$  zdá se mu, že vycházejí z předmětu, který je za zrcadlem a je větší než skutečná svíčka.

$\Rightarrow$  Za zrcadlem vznikl zvětšený, neskutečný (paprsky tam ve skutečnosti vůbec neprocházejí), vzpřímený (není obráceně) obraz svíčky.

$\Rightarrow$  Tím je vysvětleno i zvětšování obličeje v dutém zrcadle.

**Př. 5:** Urči, kolikrát zvětšený je obraz tvého oka v zrcátku s ohniskovou vzdáleností 25 cm, pokud zrcátko držíš 15 cm od oka.

$$a = 15 \text{ cm} \quad f = 25 \text{ cm} \quad a' = ?$$

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

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

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

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

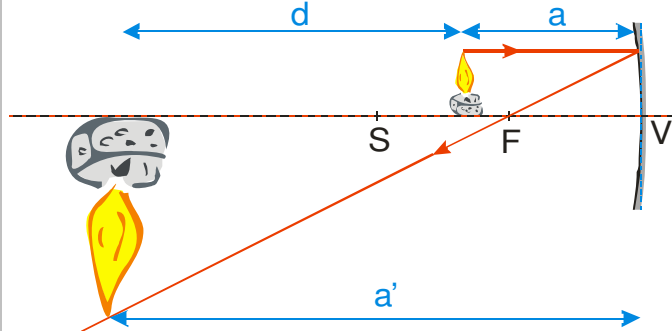
Dosadíme:  $a' = \frac{f \cdot a}{a - f} = \frac{25 \cdot 15}{15 - 25} \text{ cm} = -37,5 \text{ cm}$  záporný výsledek  $\Rightarrow$  obraz je za zrcadlem.

Zajímá nás zvětšení:  $Z = \frac{y'}{y} = -\frac{a'}{a} = -\frac{-37,5}{15} = 2,5$  .

Oko bude v zrcátku zvětšeno na dva a půl násobek své velikosti.

**Př. 6:** Urči ohniskovou vzdálenost dutého zrcadla, které by zobrazilo svíčku na zeď, která je od svíčky vzdálená 200 cm tak, aby její obraz byl třikrát zvětšený. Jak daleko od svíčky musí být zrcadlo umístěno?

Jde o stejnou situaci jako v příkladu 3. Použijeme i stejný obrázek.



Z obrázku je vidět, že platí:  $a' = a + d$  .

Máme informace o zvětšení  $\Rightarrow$  dosadíme do rovnice pro zvětšení:  $Z = -\frac{a'}{a} = -\frac{a+d}{a}$  .

$$aZ = -a - d$$

$$aZ + a = -d$$

$$a(Z+1) = -d$$

$$a = -\frac{d}{Z+1} = -\frac{200}{-3+1} \text{ cm} = 100 \text{ cm} \quad (\text{obraz je převrácený} \Rightarrow Z < 0)$$

Vypočteme  $a' = a + d = 100 + 200 \text{ cm} = 300 \text{ cm}$  .

Dosadíme do zobrazovací rovnice  $\frac{1}{f} = \frac{1}{a} + \frac{1}{a'}$  .

$$f = \frac{a \cdot a'}{a + a'} = \frac{100 \cdot 300}{100 + 300} \text{ cm} = 75 \text{ cm}$$

Zrcadlo musí mít ohniskovou vzdálenost 75 cm a musí být umístěno 100 cm od svíčky.

**Pedagogická poznámka:** Velká část žáků zapomíná na záporné znaménko u zvětšení, proto by měli tento příklad alespoň začít všichni.

Využití dutého zrcadla:

- zrcátka na líčení (zvětšují),
- zrcadla v dalekohledech,
- soustředování světelných paprsků v tepelných slunečních elektrárnách,
- reflektor u aut - obrácená funkce než v předchozím bodě, paprsky, které vychází z jednoho bodu (žárovka) odráží do téměř rovnoběžného proudu, který svítí na silnici.

**Shrnutí:** Všechny druhy obrazů, které vytváří duté zrcadlo, můžeme nakreslit pomocí význačných paprsků a vypočítat pomocí zobrazovací rovnice.