

Projekt Smart Akcelerator 3, registrační číslo: CZ.02.01.02/00/22_009/0004182

Klíčová aktivita Pilotní ověření, pilotní nástroj **Medikem na Cymplu**

19.

Metodický list – workshop č. 19 na téma

Optika, fyzika atomu a jádra

Datum konání: 24. 5. 2025

Lektor: Mgr. Gabriela Zalubilová



Spolufinancováno
Evropskou unií



Ministerstvo
školství, mládeže
a tělovýchovy



Krajské inovační centrum
Karlovarského kraje

OPTIKA...

jak vidíme svět...

*„Nesnažte se být dokonalí.
Bud'te úplní.“*
Carl Gustav Jung

Světlo, které vnímáme očima, je vlastně určitý druh elektromagnetického vlnění, na které je citlivé lidské oko.

Viditelné světlo má vlnovou délku přibližně od 390 nanometrů po 790 nanometrů.

$$\lambda = c \cdot T = \frac{c}{f} \qquad f = \frac{c}{\lambda}$$

Pokud bychom to převedli na frekvence, odpovídá to hodnotám zhruba od $7,7 \times 10^{14}$ Hz do $3,8 \times 10^{14}$ Hz.

Druhy světla podle frekvence



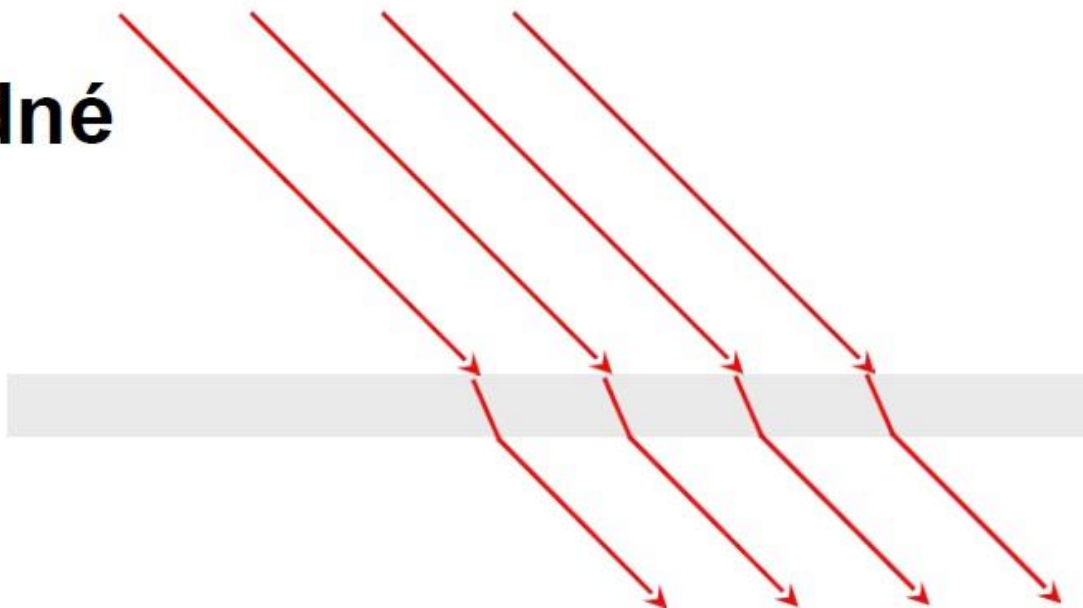
Monofrekvenční světlo má jen jednu jedinou frekvenci. Nejblíže ideálu takového světla je laser.

Složené světlo obsahuje více frekvencí najednou. Typickým příkladem je světlo Slunce nebo obyčejné žárovky.

Bílé světlo je zvláštním případem složeného světla. Obsahuje všechny frekvence z viditelné části spektra.

Optické prostředí

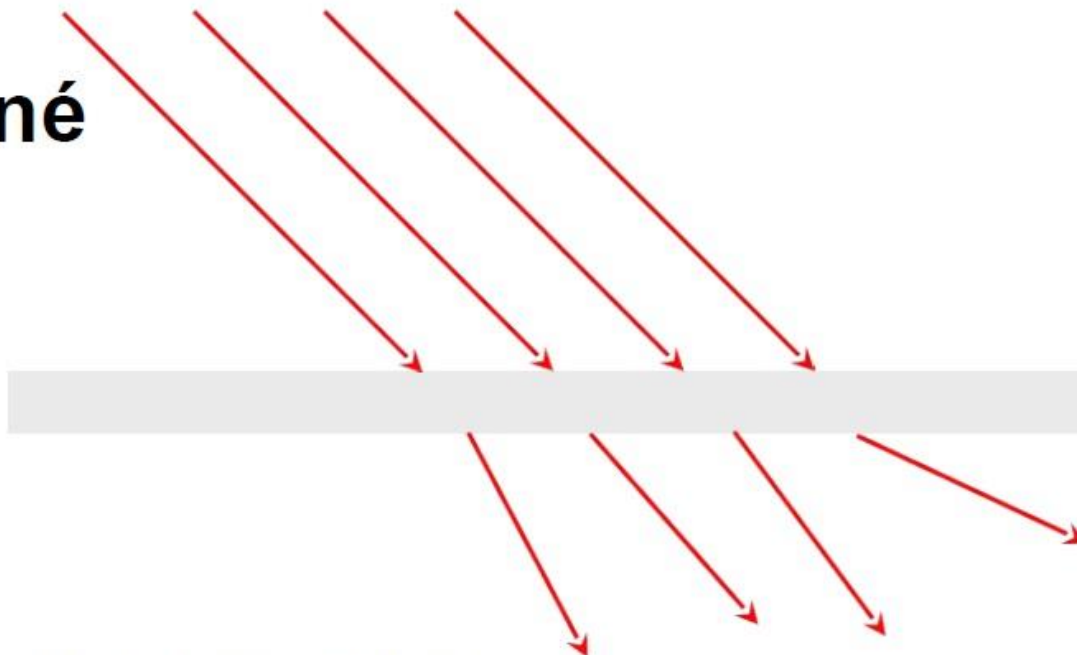
průhledné



propouští téměř beze ztrát

Optické prostředí

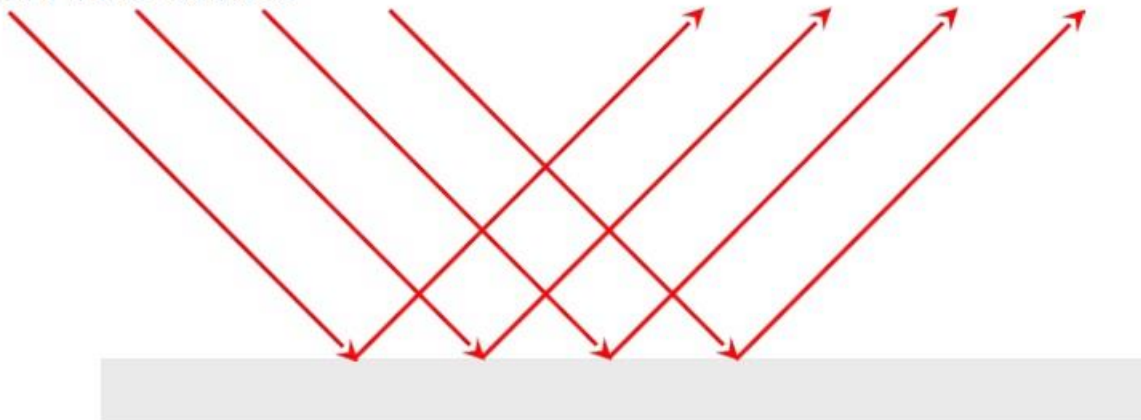
průsvitné



rozptyluje, částečně pohlcuje

Optické prostředí

neprůhledné



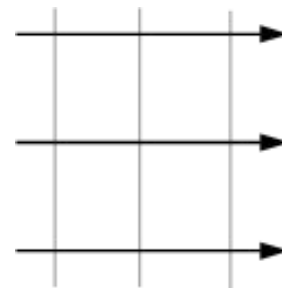
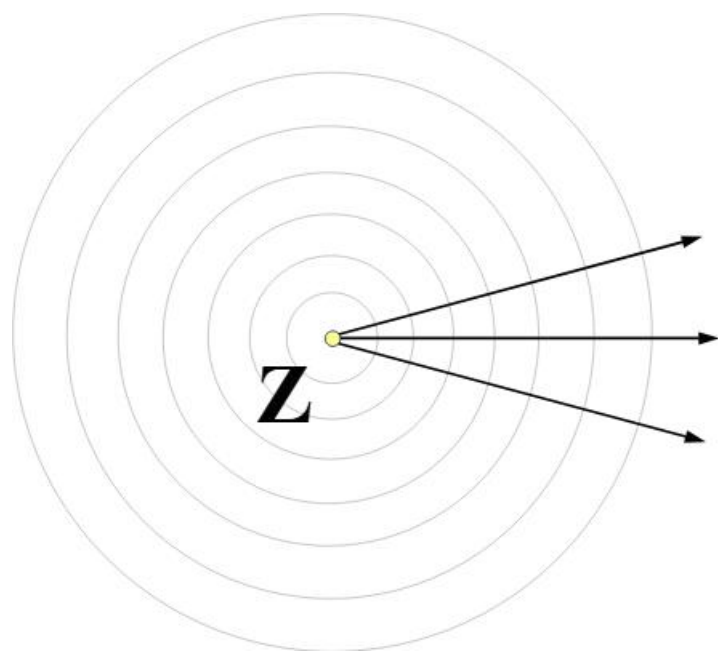
pohlcuje nebo odráží

Základní principy šíření světla:

- 1. Princip přímočarého šíření světla**
- 2. Princip nezávislosti chodu paprsků**
- 3. Princip záměnnosti chodu paprsků**
- 4. Princip konstantní rychlosti světla ve vakuu**
- 5. Fermatův princip**

1. Princip přímočarého šíření světla:

- v homogenním optickém prostředí se světlo šíří přímočaře

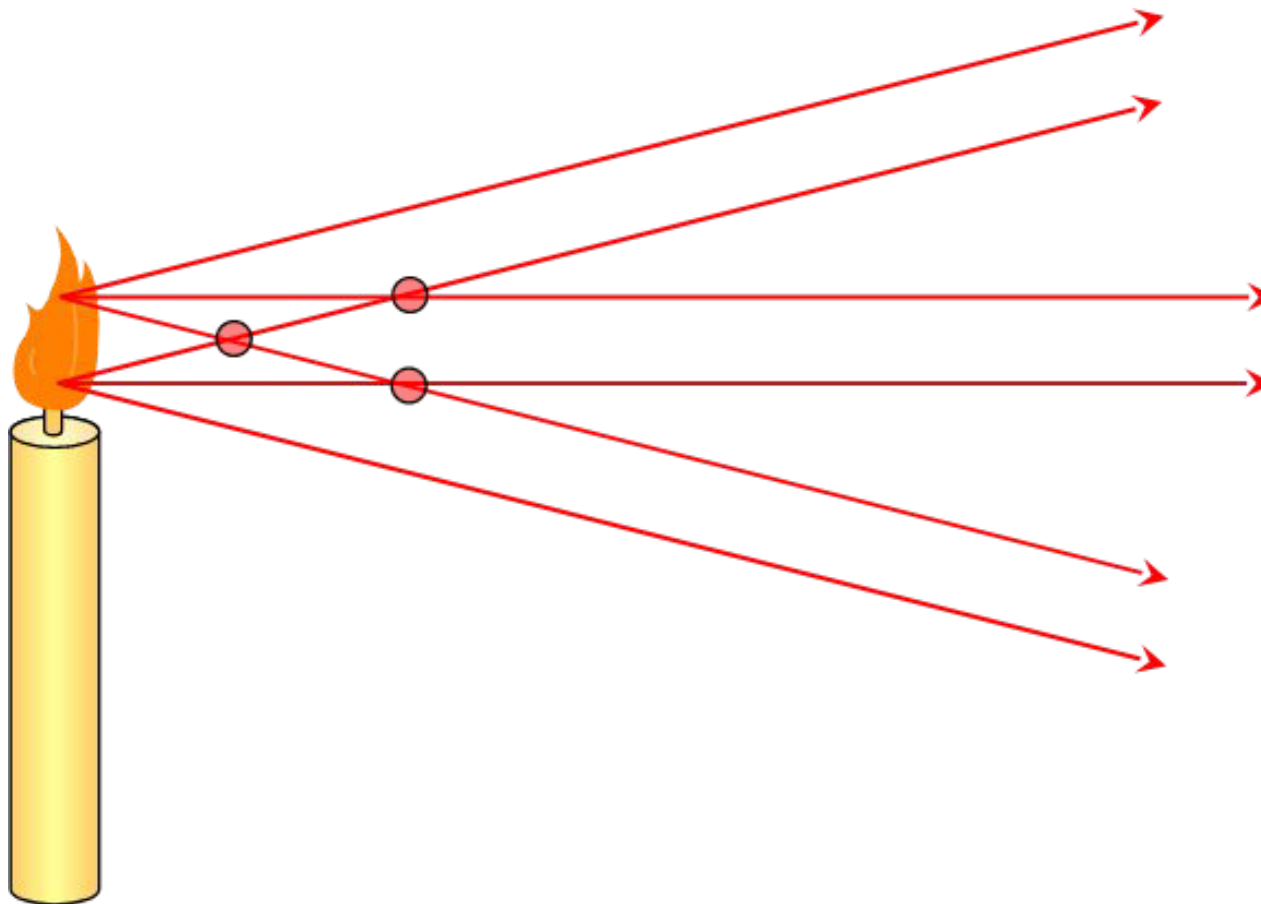


vlnoplocha

světelný paprsek

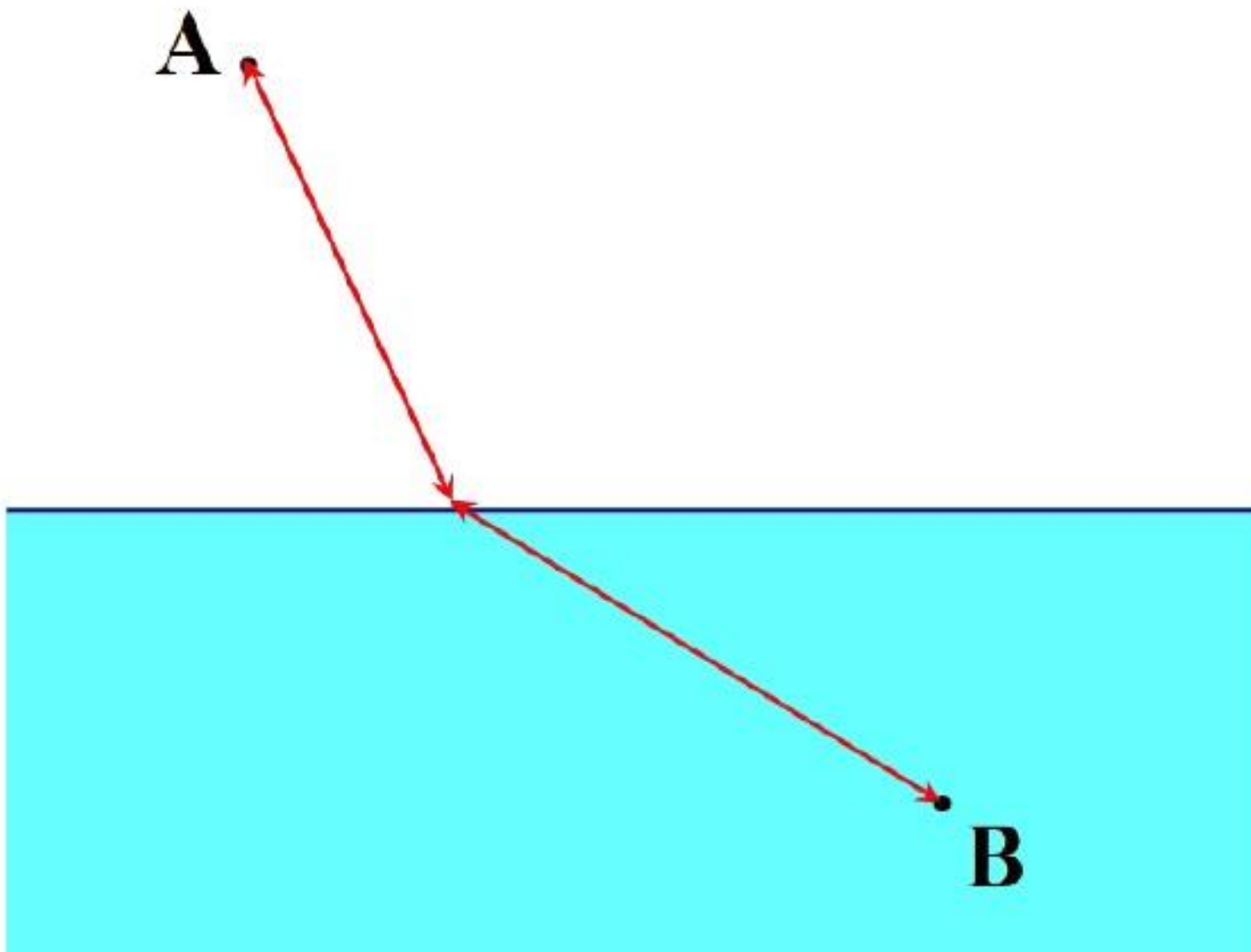
2. Princip nezávislosti chodu paprsků:

- paprsky se neovlivňují, pohybují se nezávisle



3. Princip záměnnosti chodu paprsků:

- po stejné trajektorii může světlo projít oběma směry



4. Princip konstantní rychlosti světla ve vakuu:

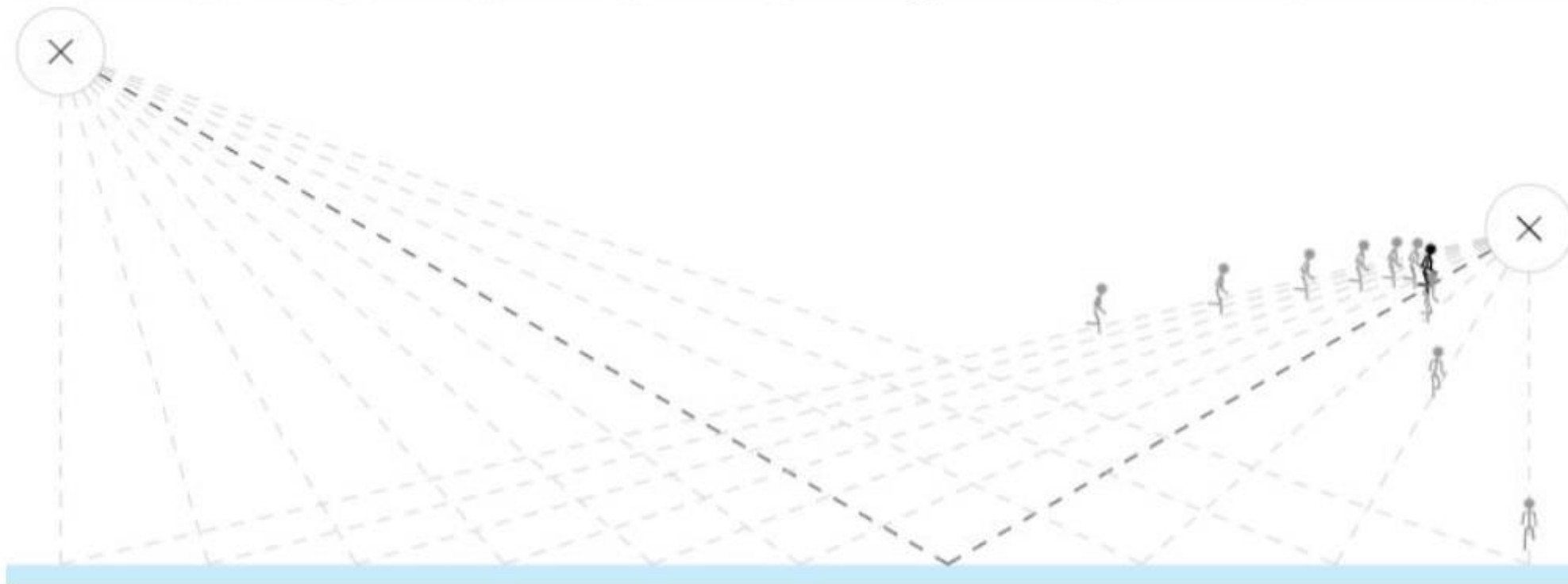
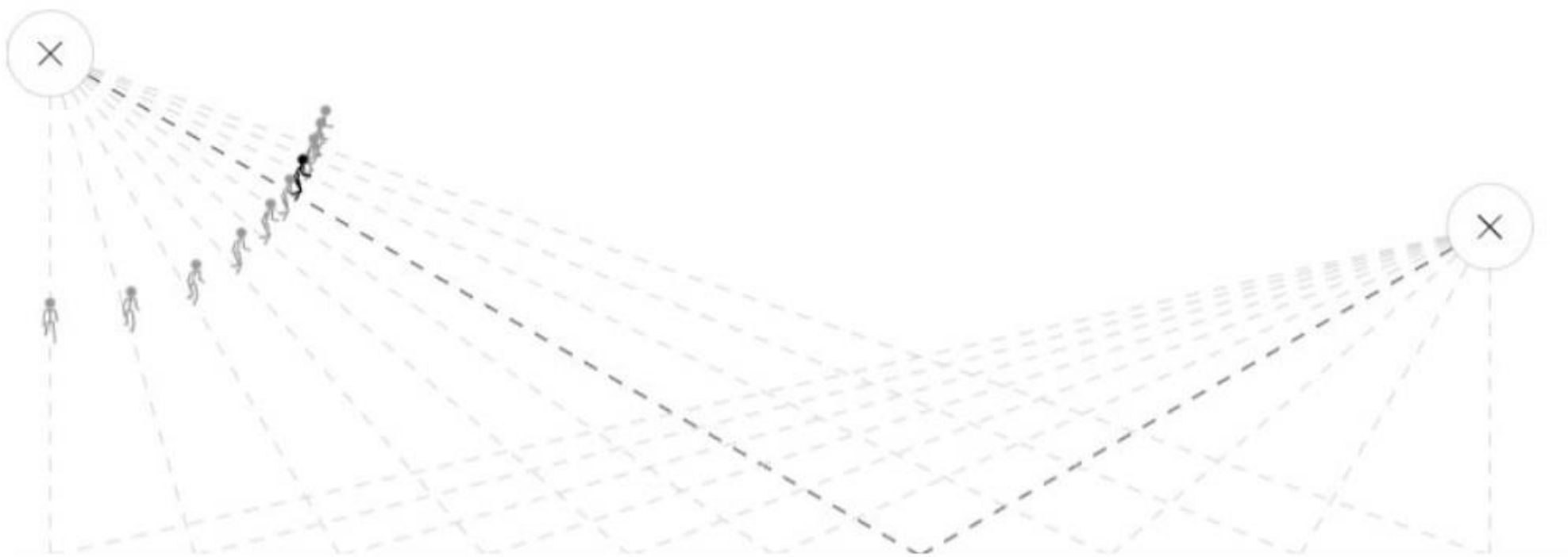
$$c = 299\,792\,458 \text{ m.s}^{-1}$$

$$c = 3 \cdot 10^8 \text{ m.s}^{-1}$$

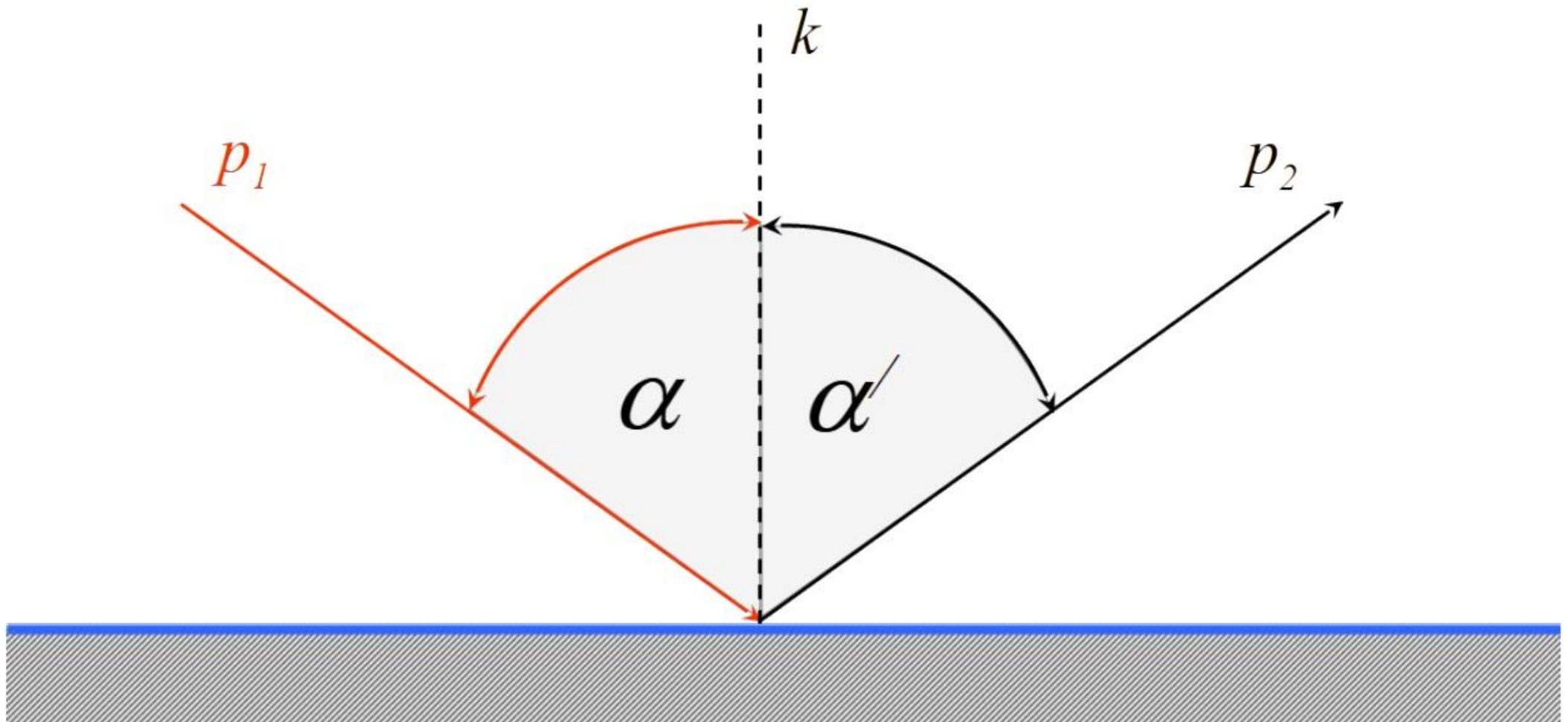
$$c = 300\,000 \text{ km.s}^{-1}$$

5. Fermatův princip:

- světlo se šíří mezi dvěma body po takové dráze, po které dorazí do cíle za nejkratší možný čas.



Odraz světla



Zákon odrazu

Úhel, pod kterým světelný paprsek dopadá, je stejný jako úhel, pod kterým se odrazí. Oba tyto paprsky leží ve stejné rovině dopadu.

$$\alpha = \alpha'$$

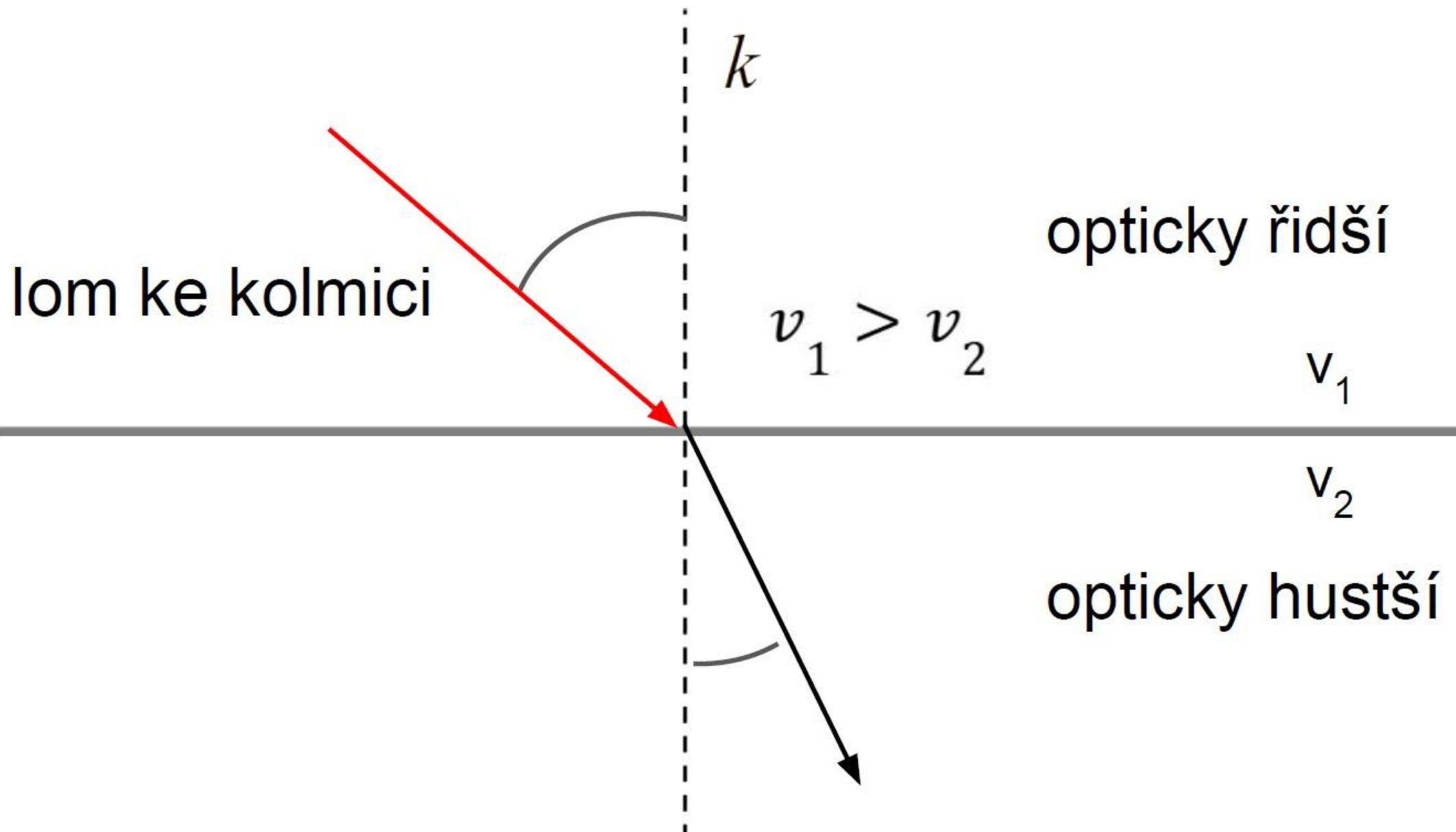
Úhel odrazu se nemění ani tehdy, když se změní frekvence (a tedy barva) světla.

Lom světla

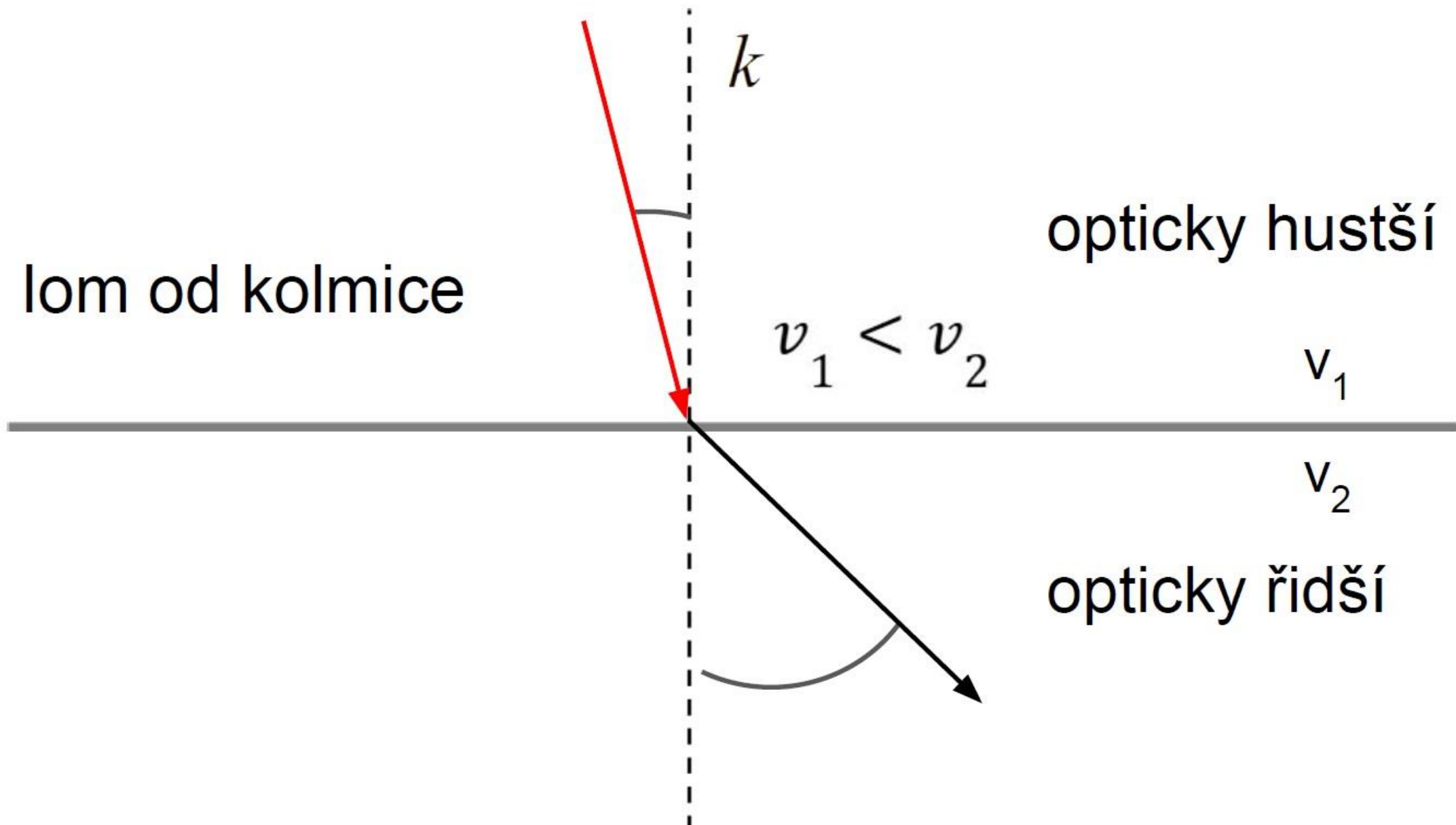
Když světlo prochází z jednoho optického prostředí do jiného, změní se jeho rychlost.

„Největším dobrem je žít podle přírody.“

Marcus Tullius Cicero



lom od kolmice



Snellův zákon

$$\frac{\sin\alpha}{\sin\beta} = \frac{v_1}{v_2}$$

V podstatě říká, že poměr rychlostí světla v obou prostředích je stejný jako poměr tzv. indexů lomu těchto prostředí. Index lomu označujeme písmenem **n** a udává, kolikrát je světlo v daném prostředí pomalejší než ve vakuu.

$$\frac{v_1}{v_2} = n$$

Absolutní index lomu

$$n = \frac{c}{v}$$

Ve vakuu má světlo nejvyšší možnou rychlost, a proto je jeho absolutní index lomu přesně $n = 1$.

Všechna ostatní optická prostředí mají $n > 1$.

Důležité je, že index lomu závisí také na frekvenci světla.

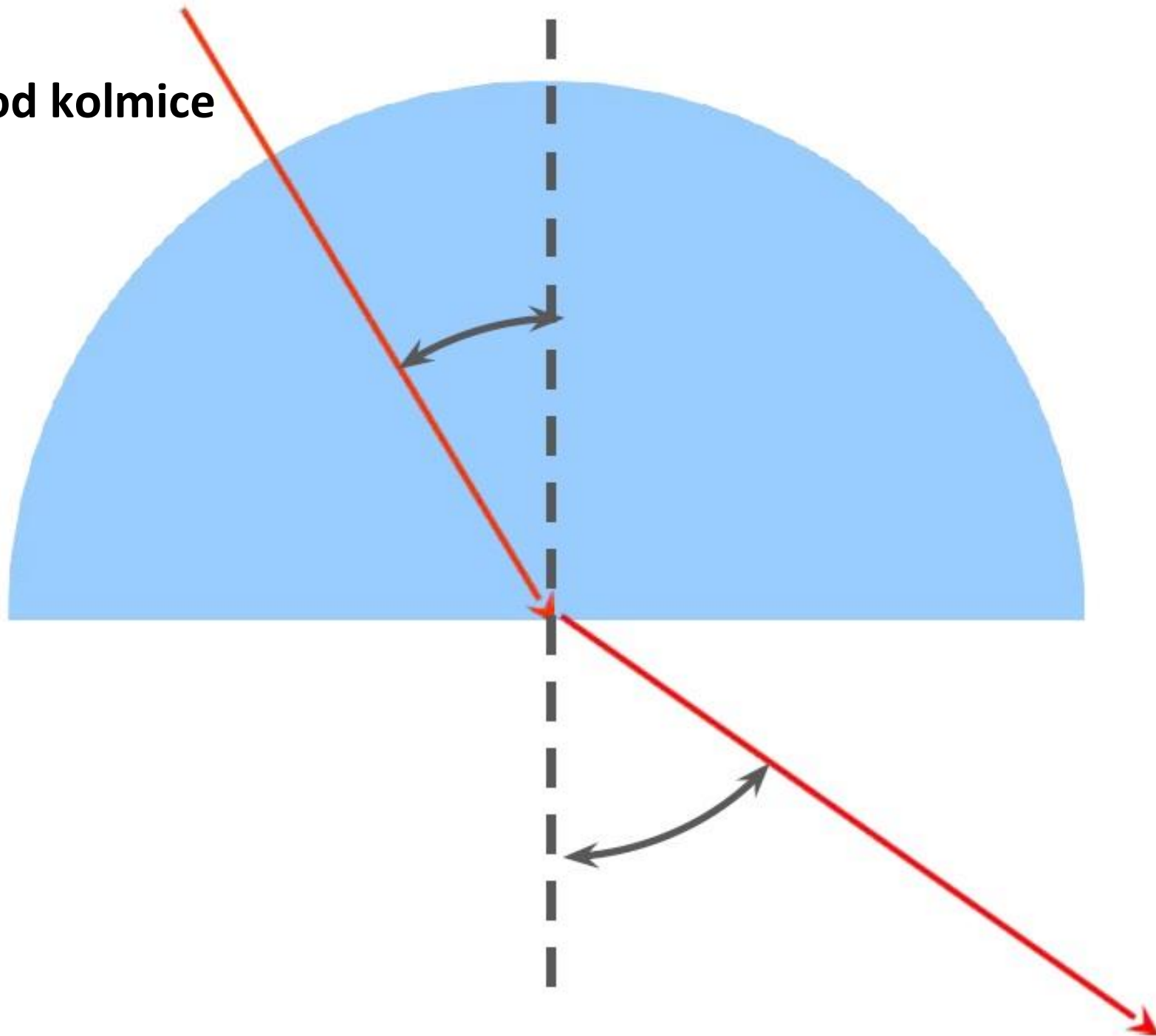
Index lomu skla je 1,5. Rychlost světla v tomto skle činí:

- a) 200 000 km/s**
- b) 300 000 km/s**
- c) 400 000 km/s**
- d) 250 000 km/s**

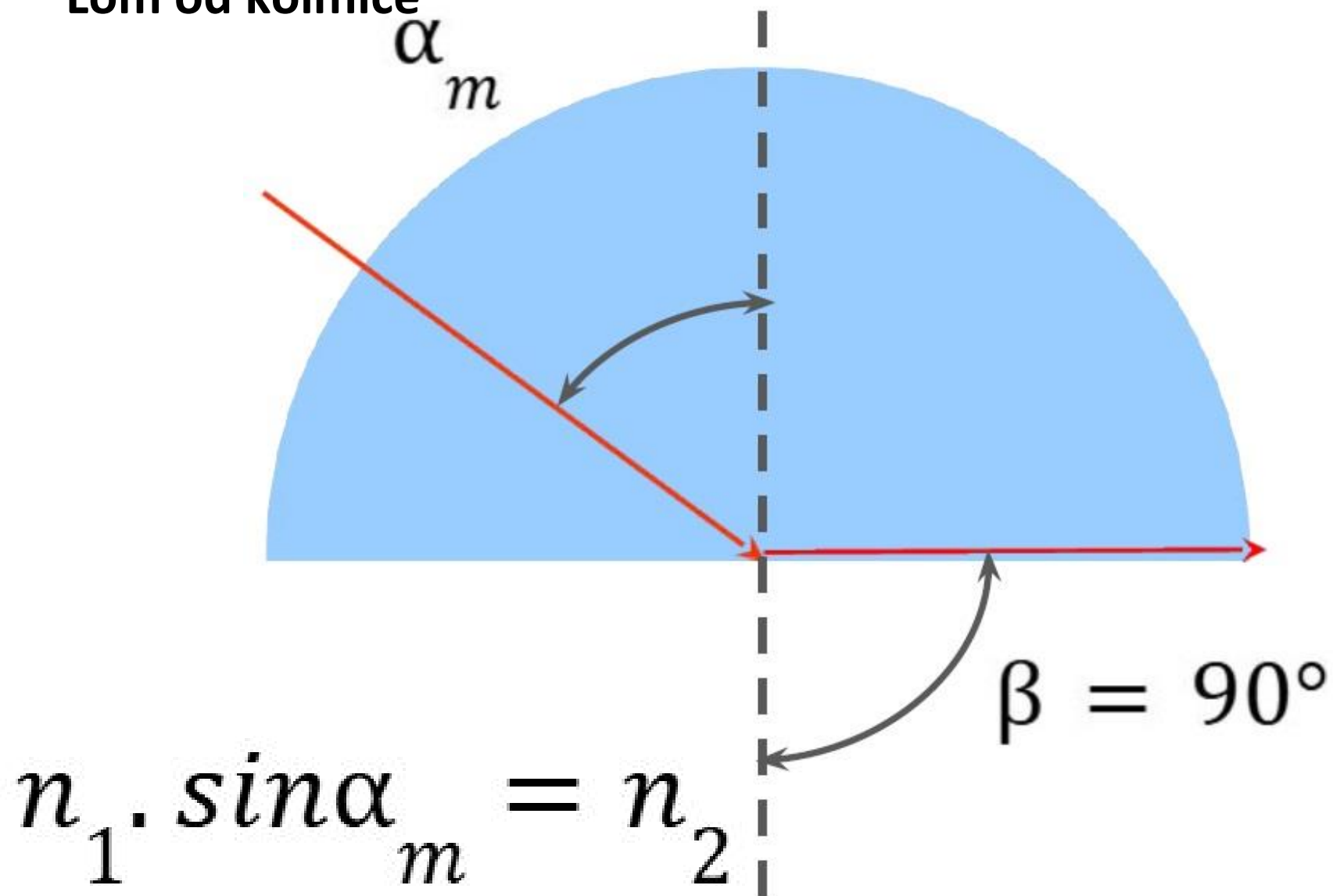
Snellův zákon

$$n_1 \cdot \sin\alpha = n_2 \cdot \sin\beta$$

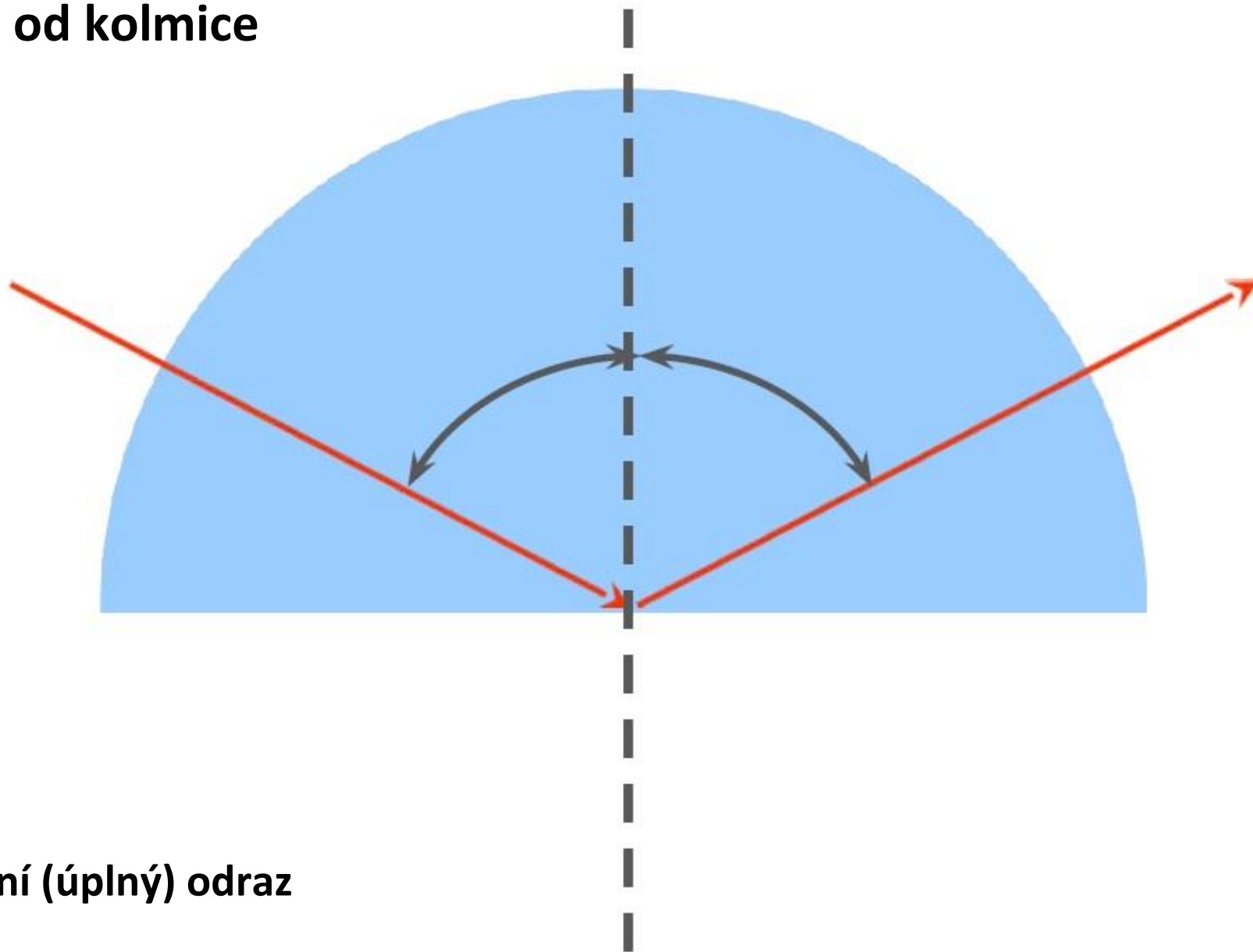
Lom od kolmice



Lom od kolmice



Lom od kolmice



totální (úplný) odraz

Při průchodu světla z látky do vzduchu ($n=1$) nastal úplný odraz při úhlu dopadu 45° . Hodnota indexu lomu látky je:

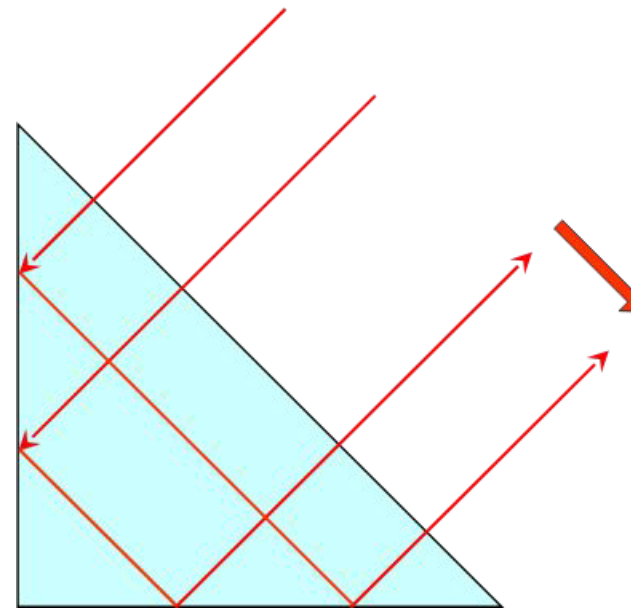
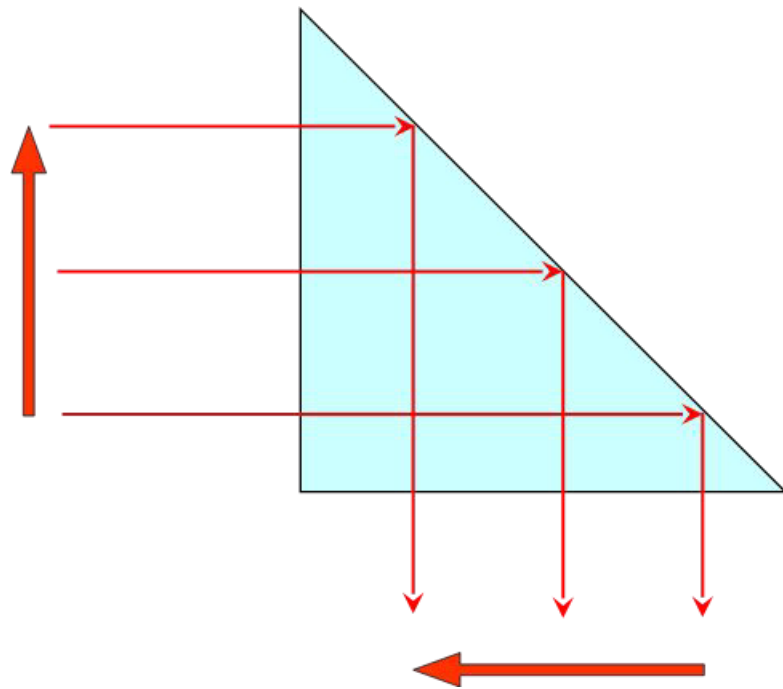
a) $n = 1/\sqrt{2}$

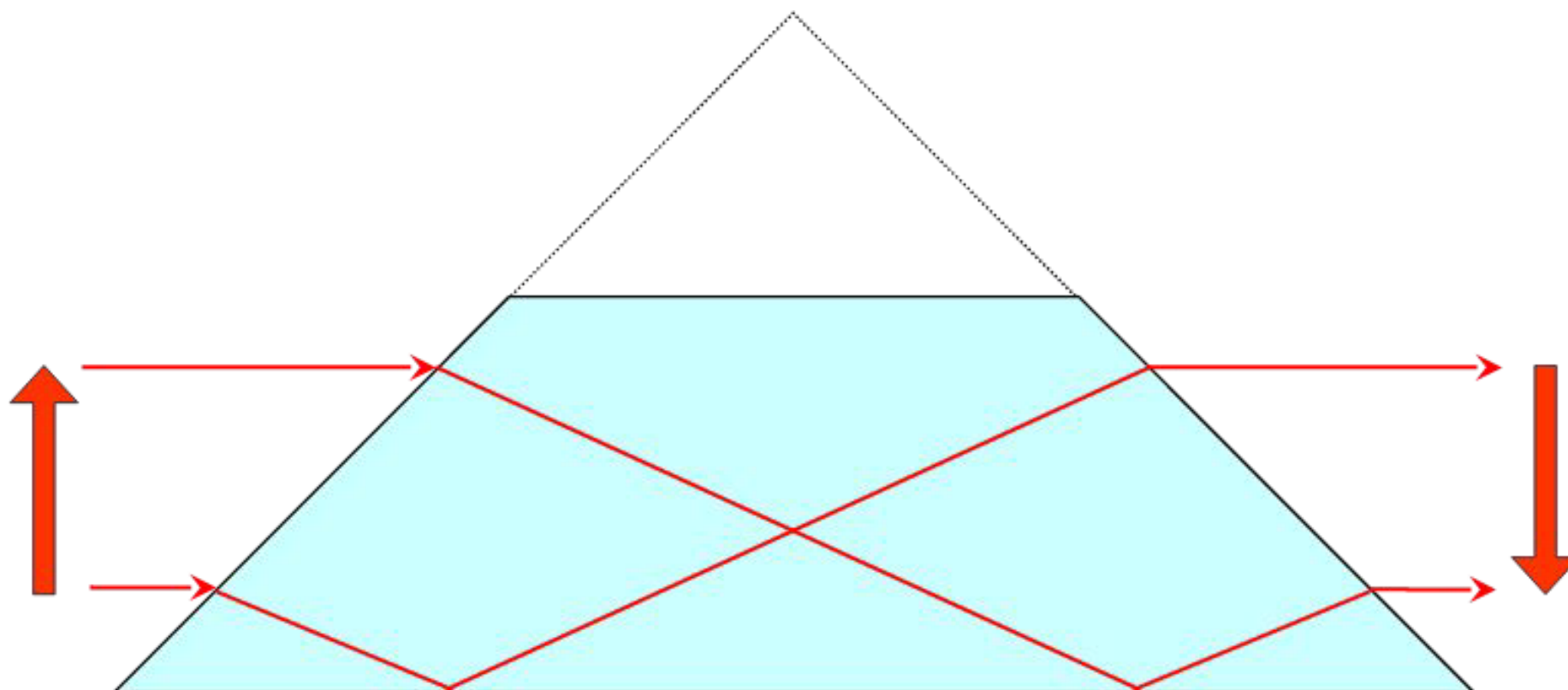
b) $n = 1/\sqrt{3}$

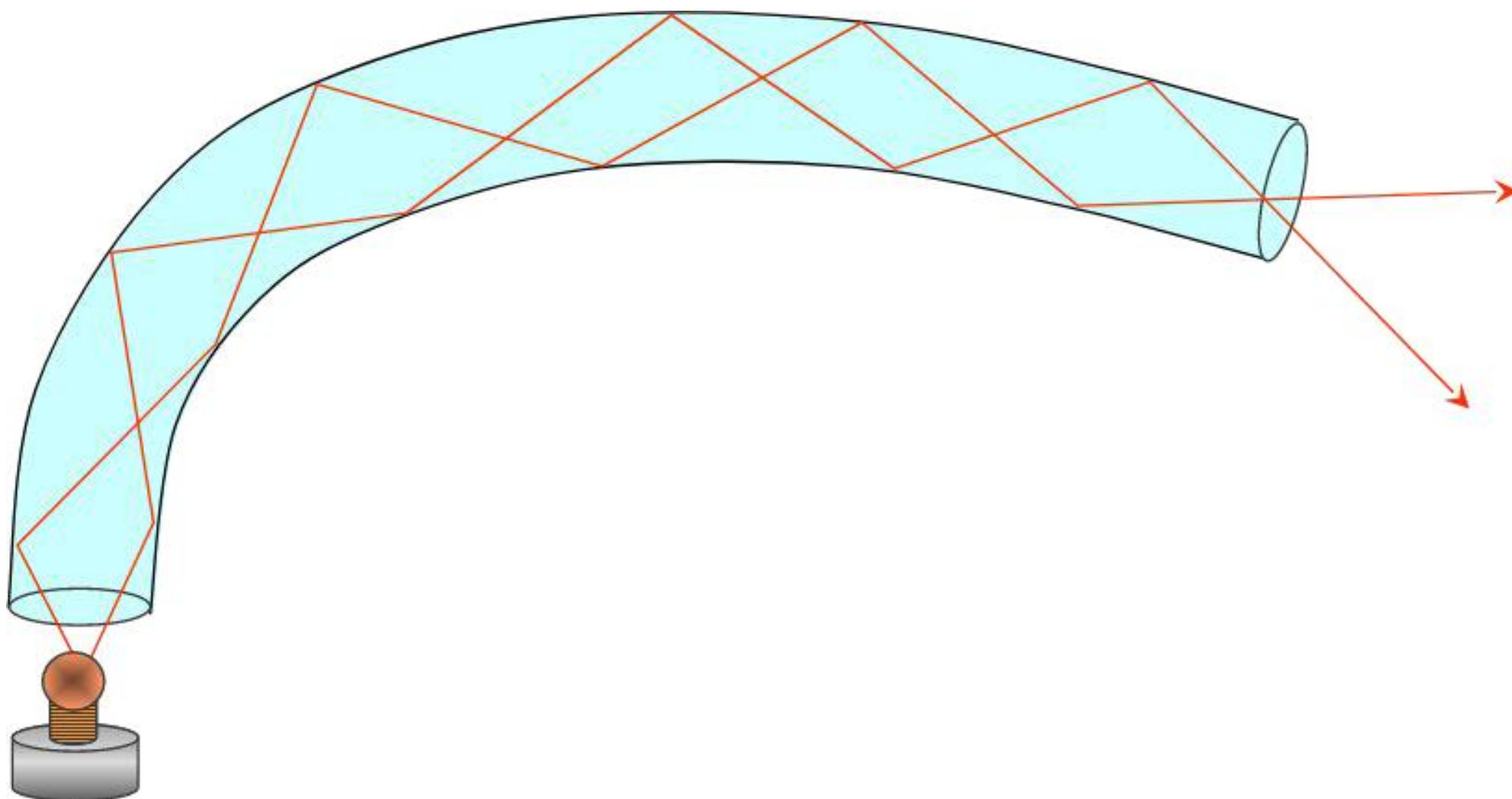
c) $n = \sqrt{2}$

d) $n = \sqrt{3}$

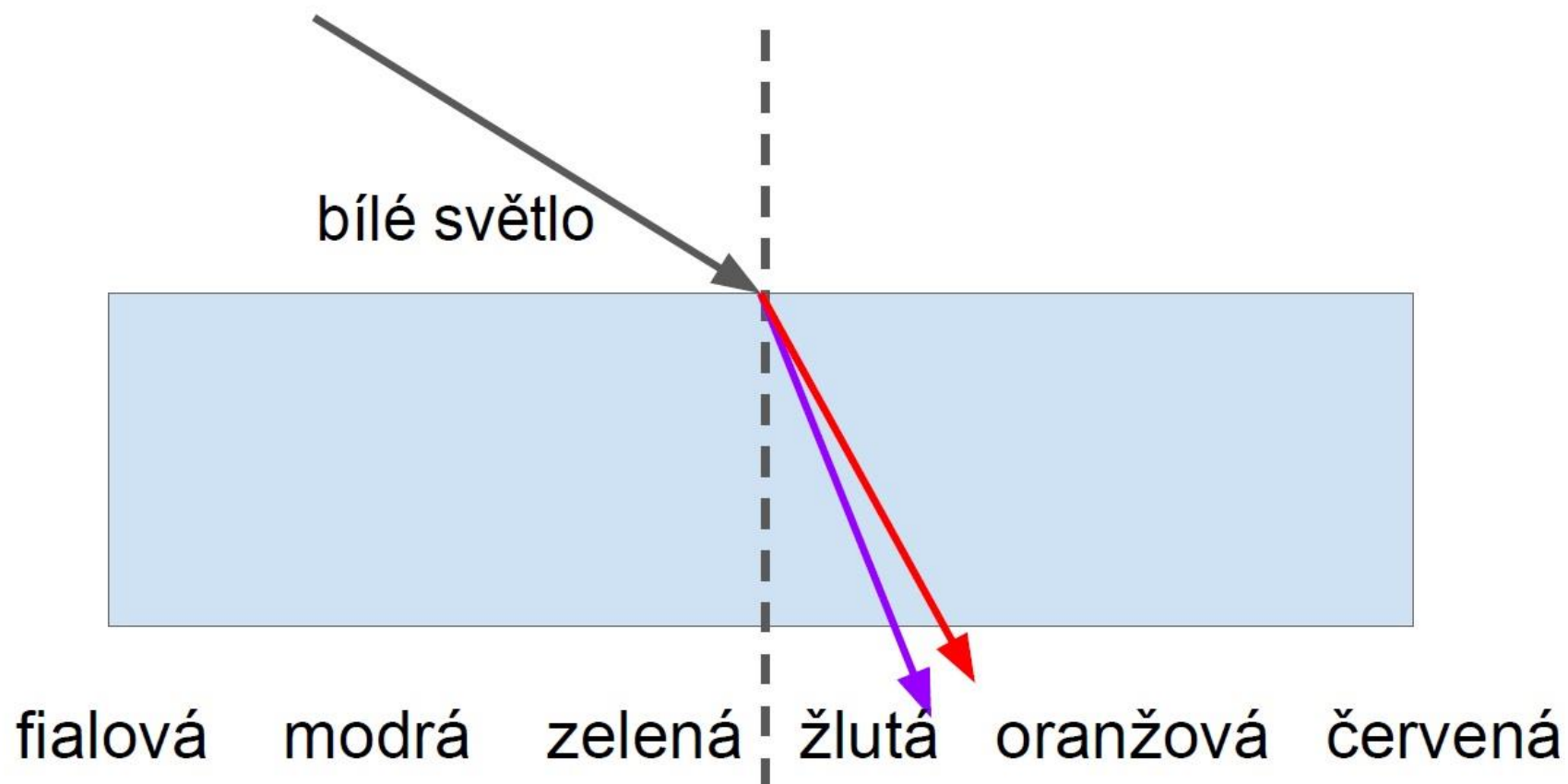
Využití úplného odrazu

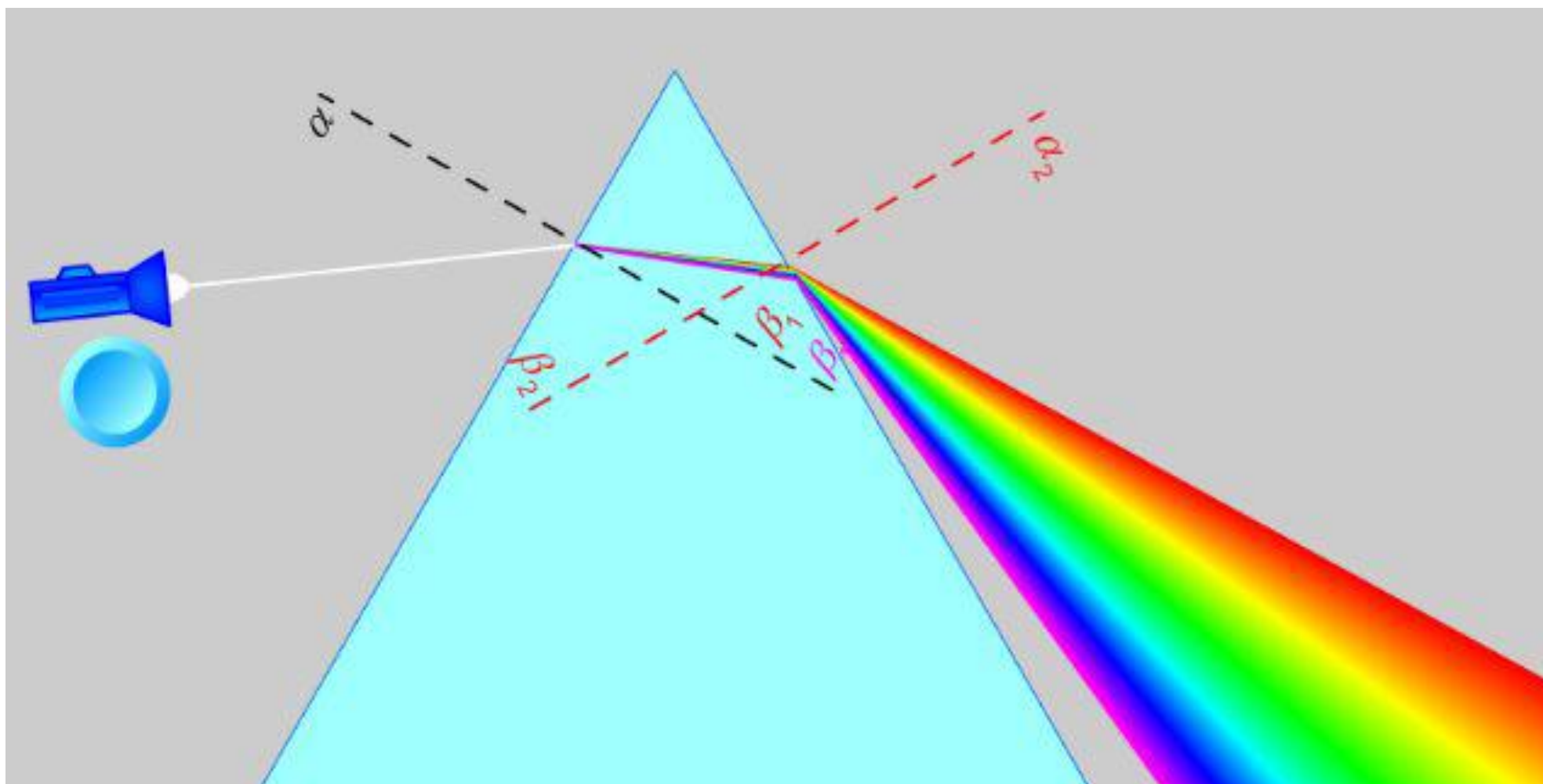






Disperze (rozklad) světla





Index lomu a závislost na frekvenci světla

Index lomu optického prostředí **závisí** na frekvenci světla.

Platí, že když se frekvence světla zvětšuje, jeho rychlost v daném prostředí klesá.

Tento jev označujeme jako **normální disperzi**.

$$f = \frac{c}{\lambda_0} \qquad f = \frac{v}{\lambda}$$

Když světlo prochází z jednoho prostředí do druhého, jeho frekvence zůstává stejná. Co se ale mění, je vlnová délka.

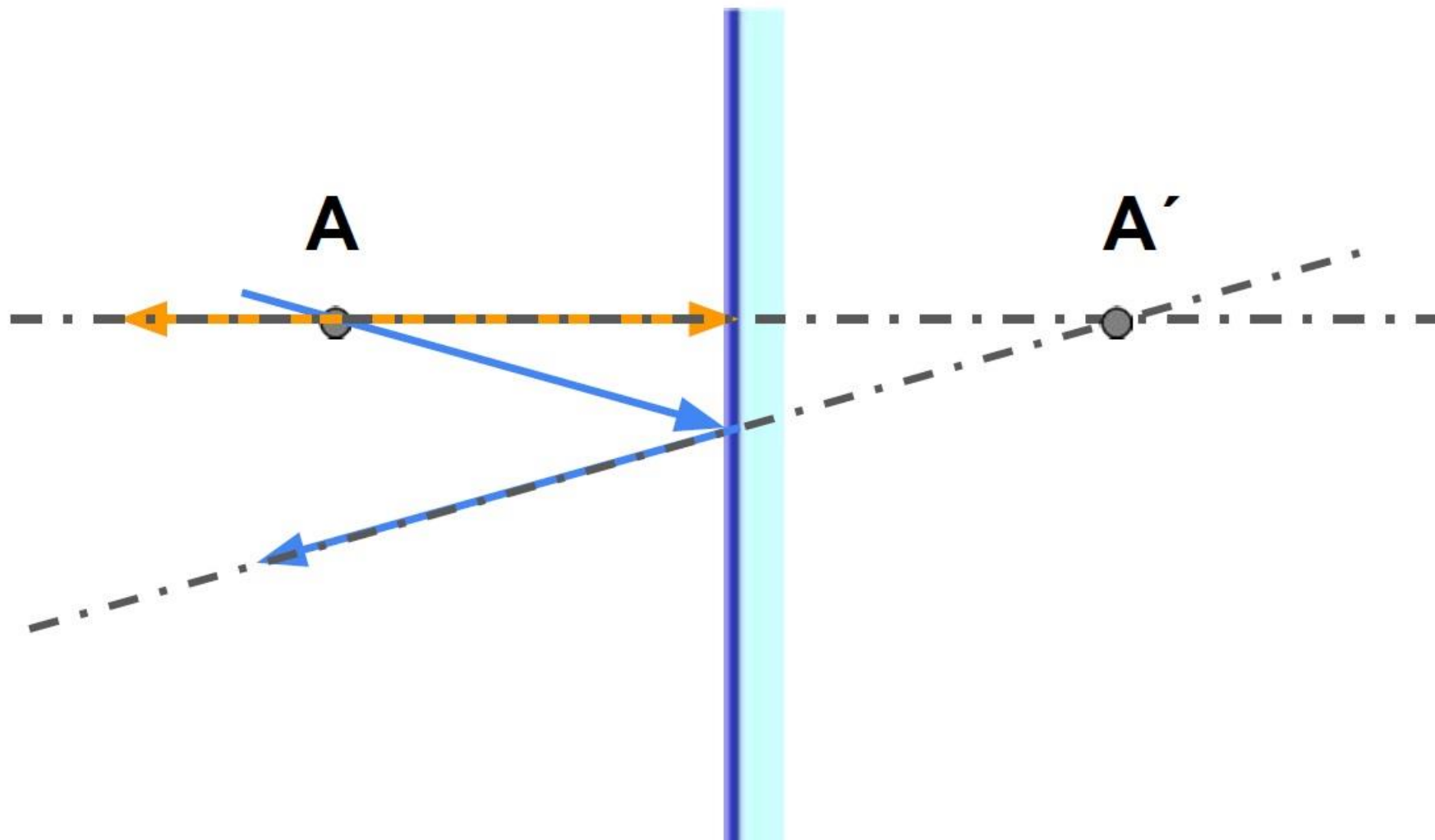
$$\lambda = \frac{\lambda_0}{n}$$

Rychlost šíření červeného světla ve skle je:

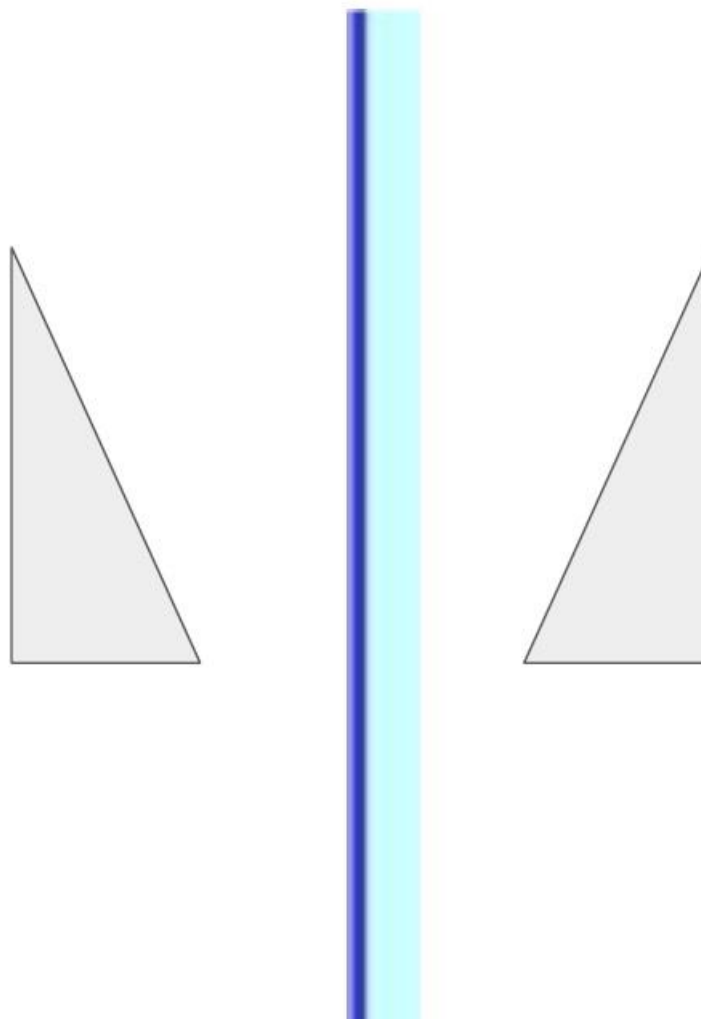
- a) větší než světla fialového**
- b) menší než světla fialového**
- c) stejná jako rychlost šíření fialového světla**
- d) stejná jako rychlost šíření žlutého světla**

fialová modrá zelená žlutá oranžová červená

Rovinné zrcadlo



Rovinné zrcadlo



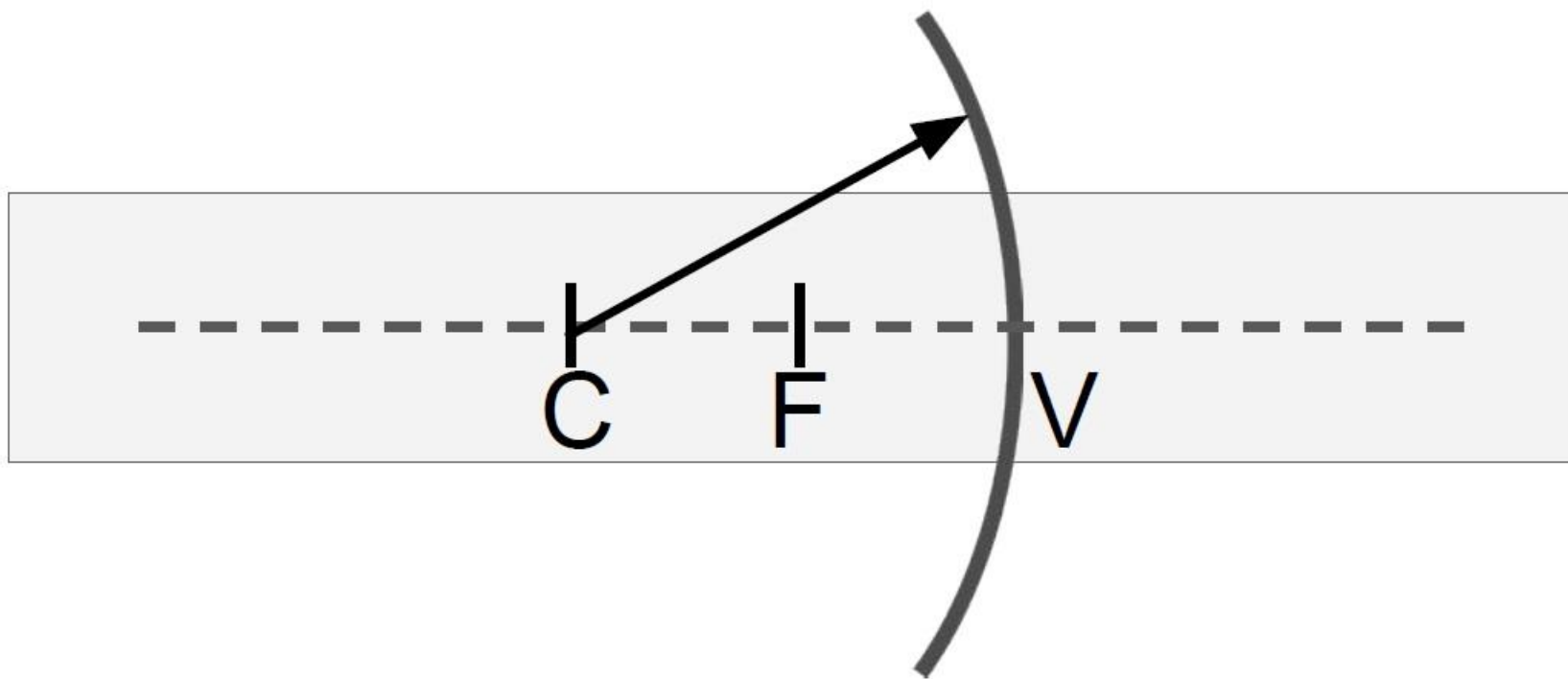
stejně velký

zdánlivý

stranově
převrácený

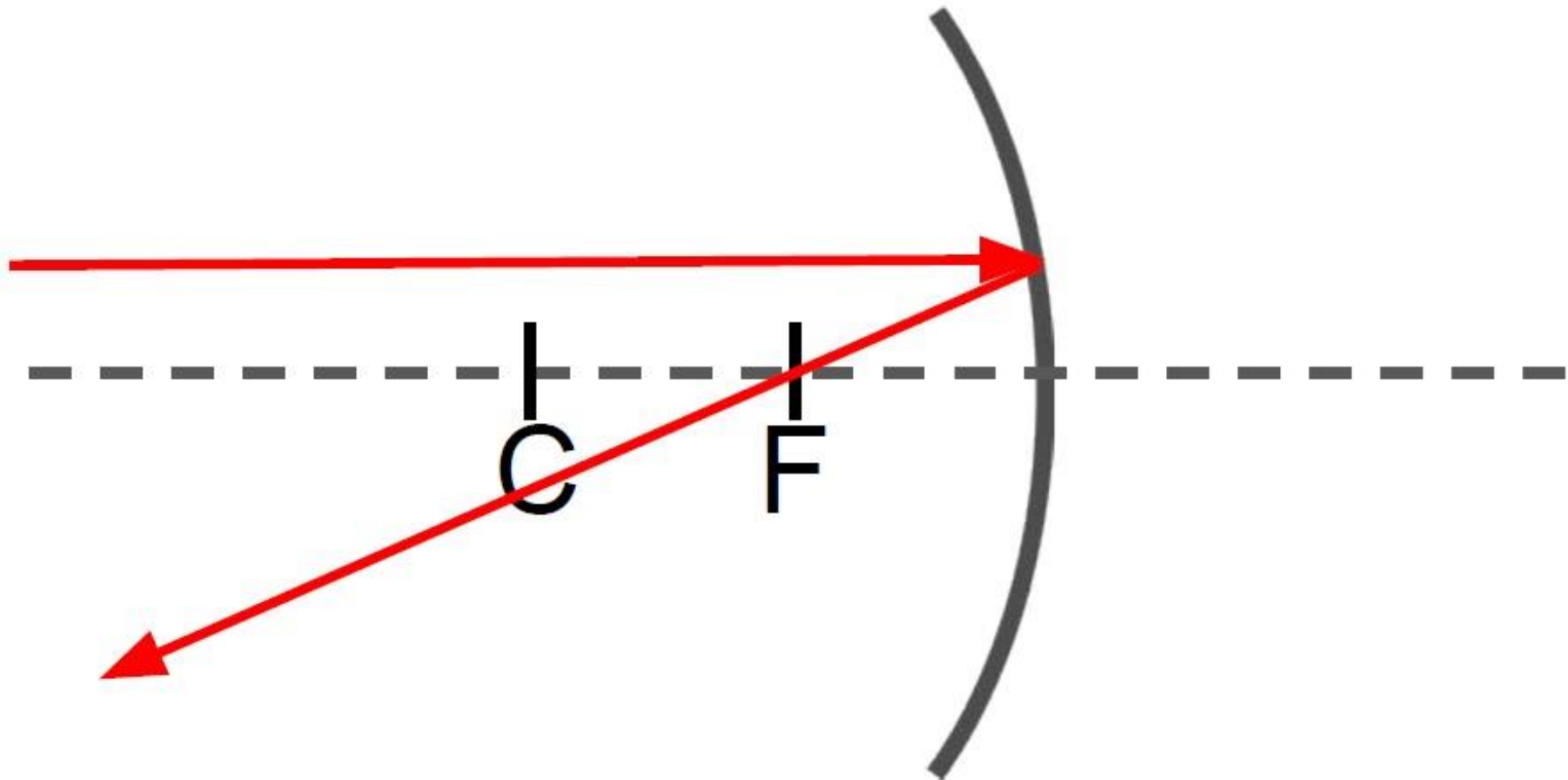
vzpřímený

Kulové zrcadlo – duté

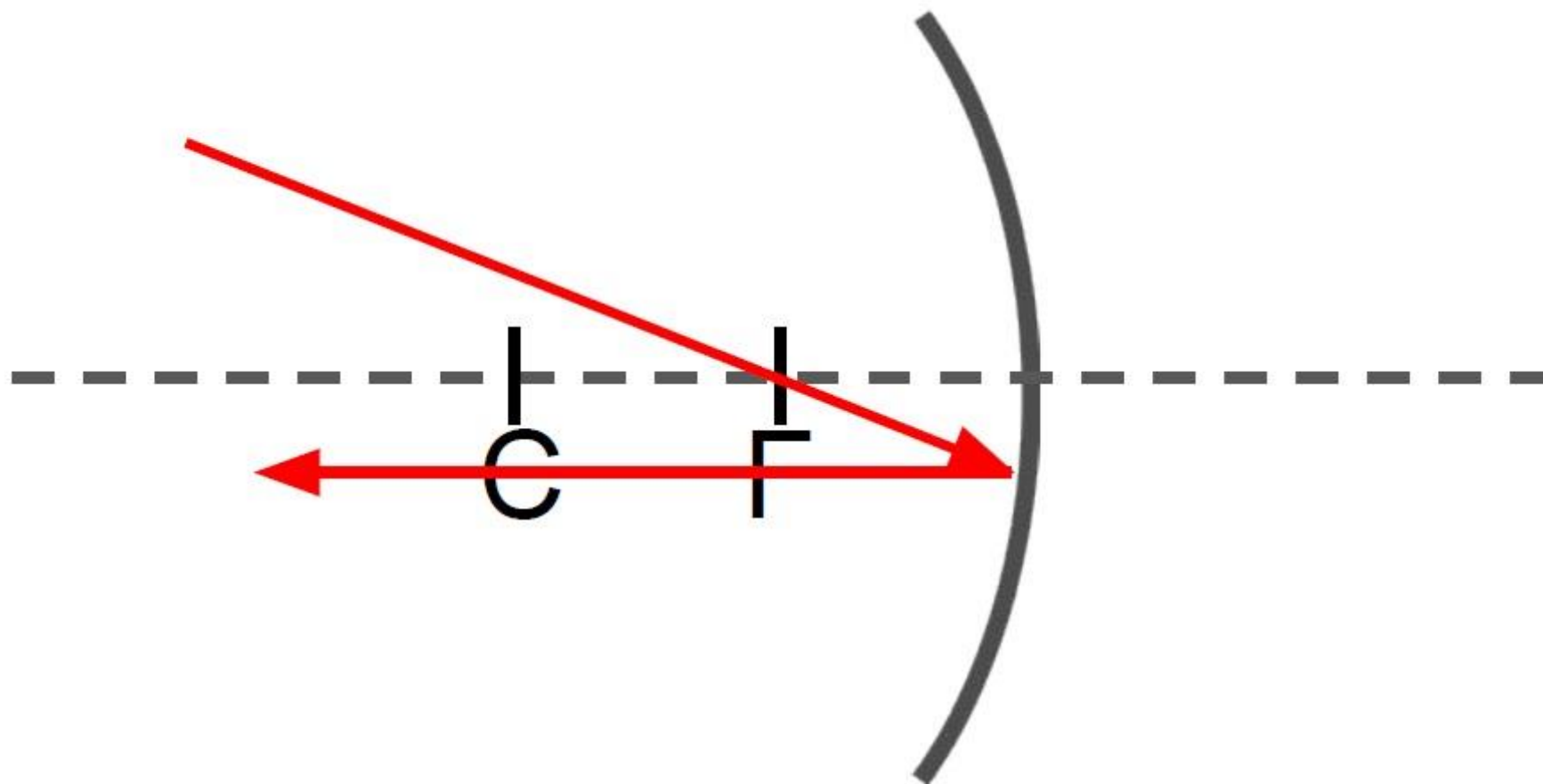


střed křivosti, ohnisko, vrchol zrcadla, paraxiální prostor

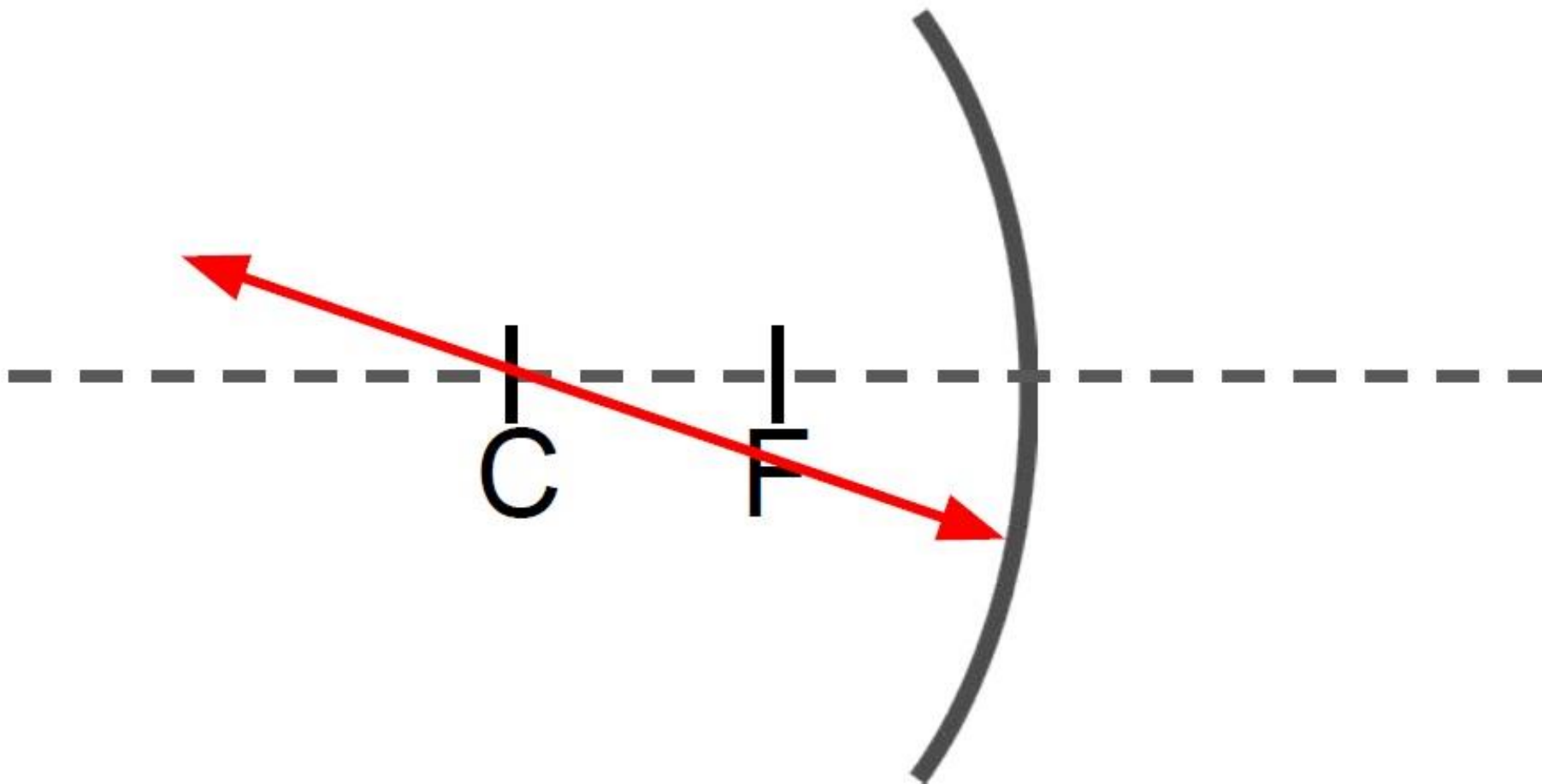
Význačné paprsky



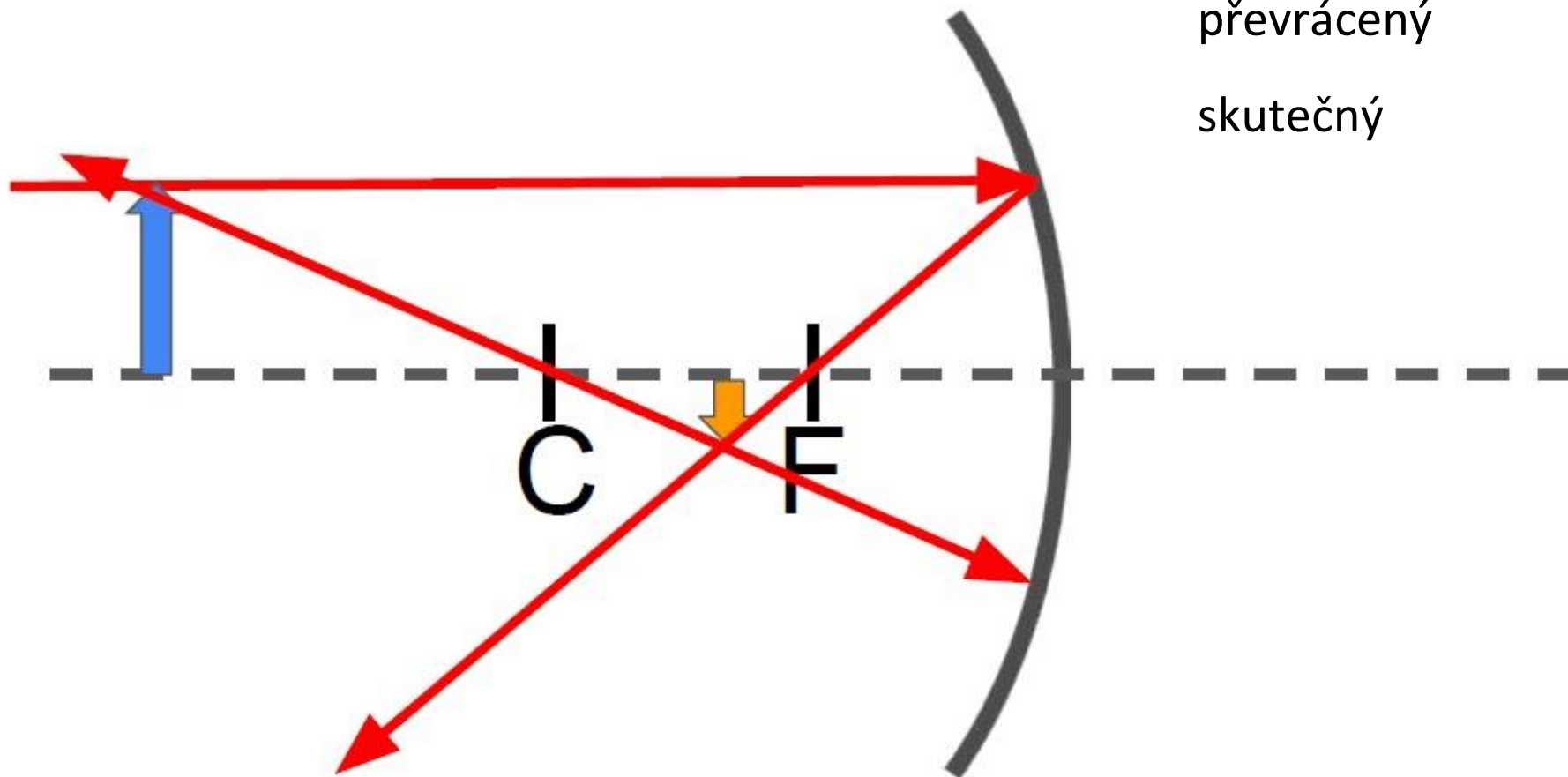
Význačné paprsky



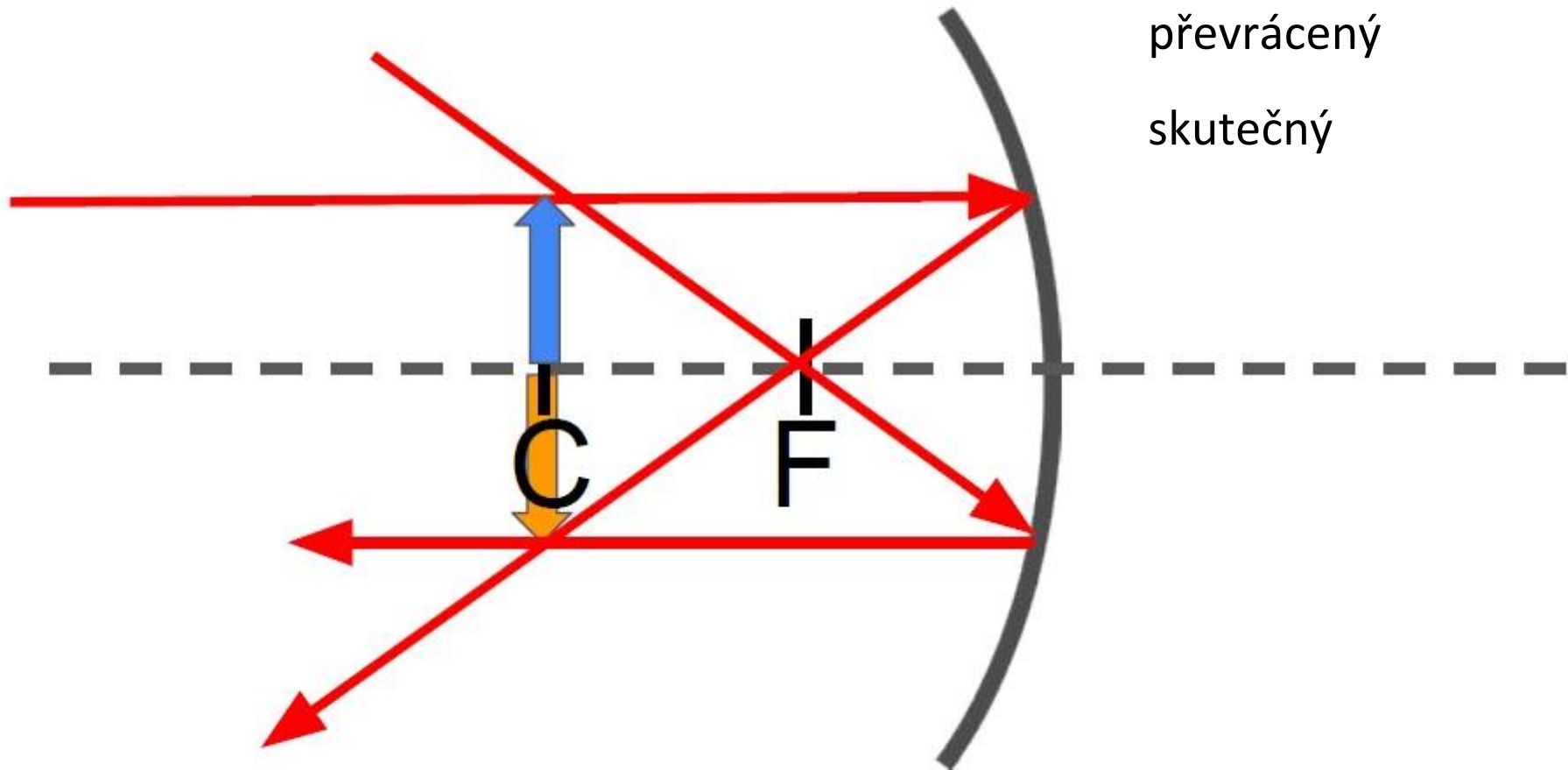
Význačné paprsky



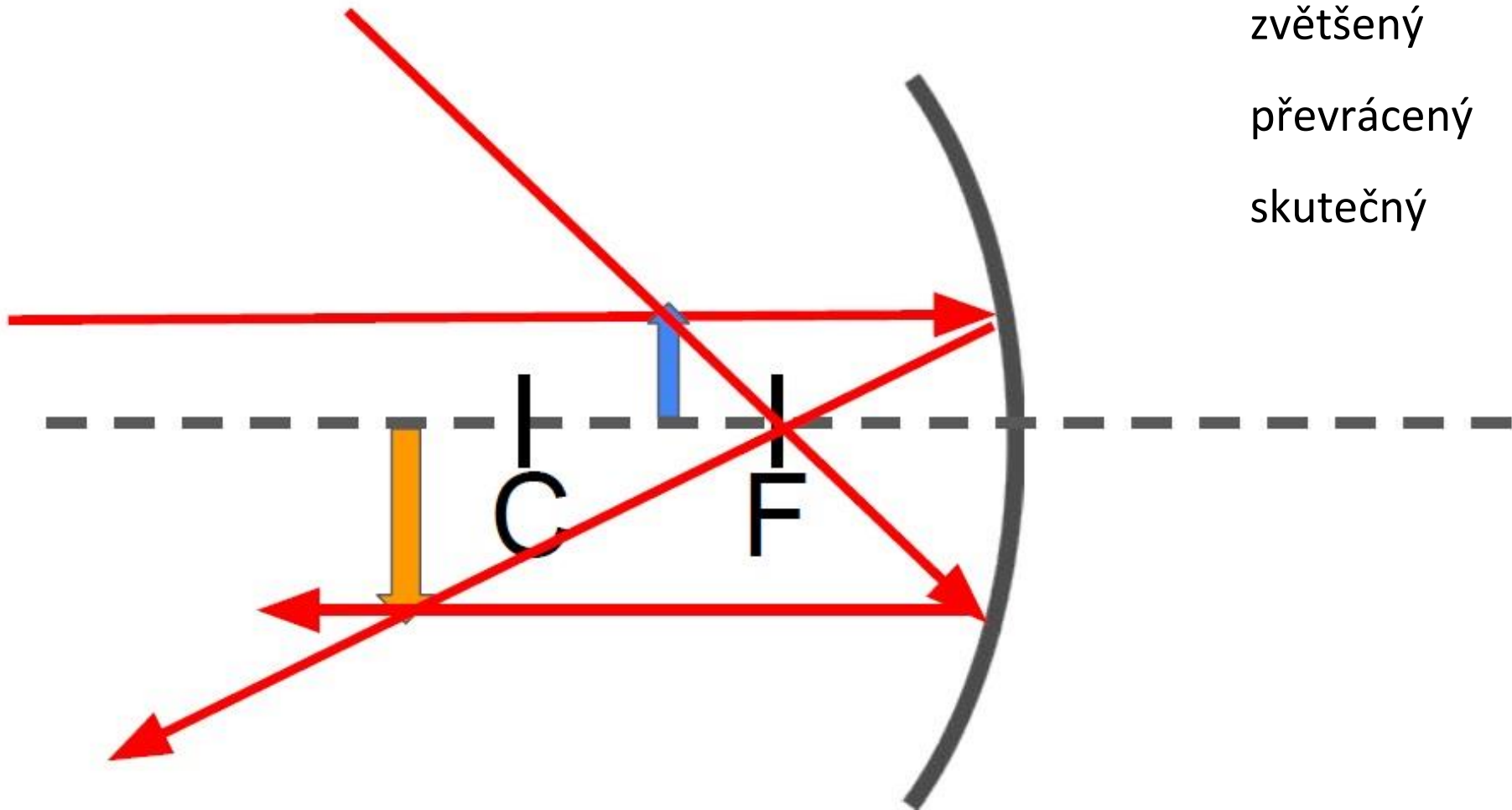
zmenšený
převrácený
skutečný



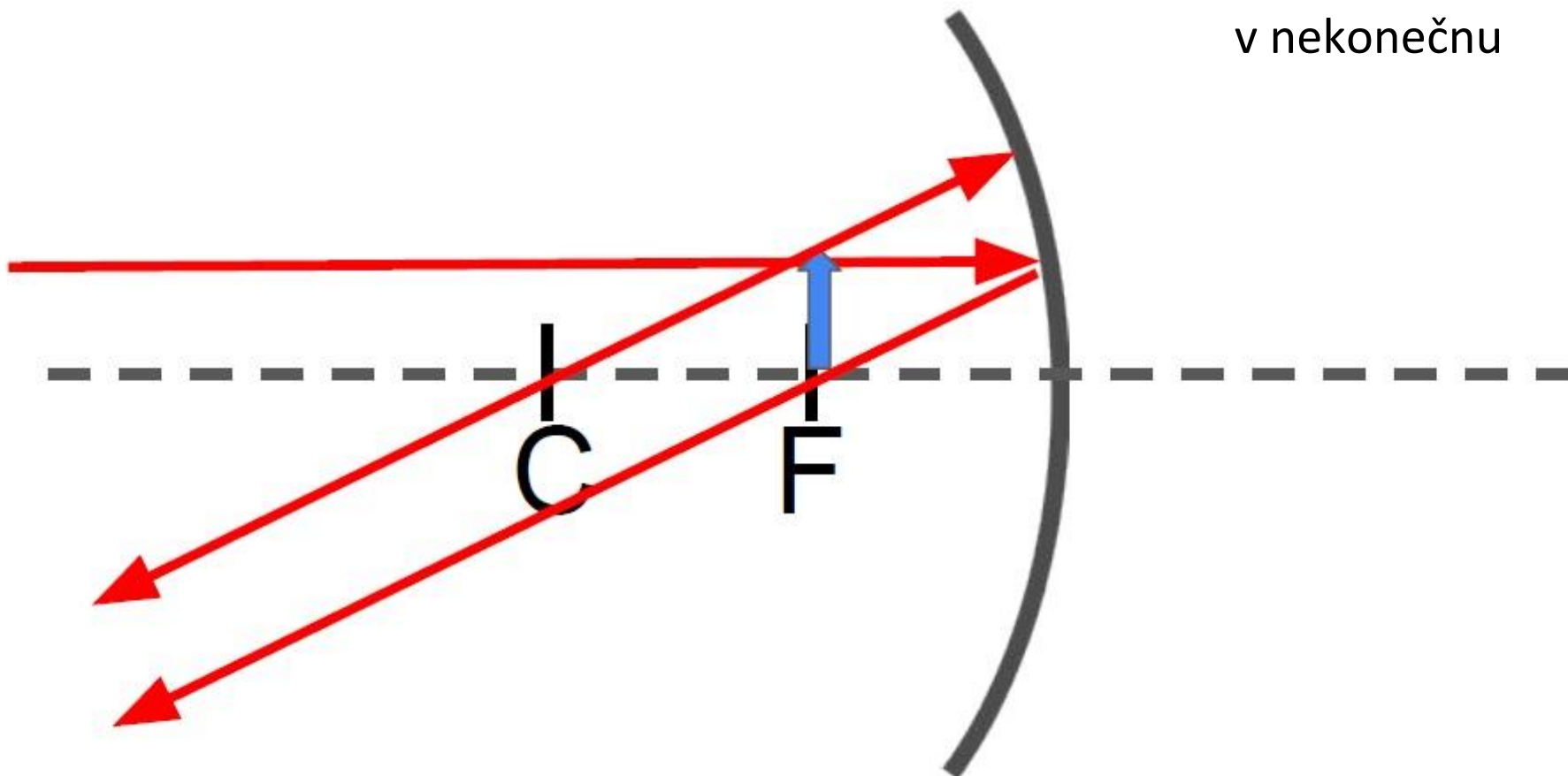
stejně velký
převrácený
skutečný



zvětšený
převrácený
skutečný



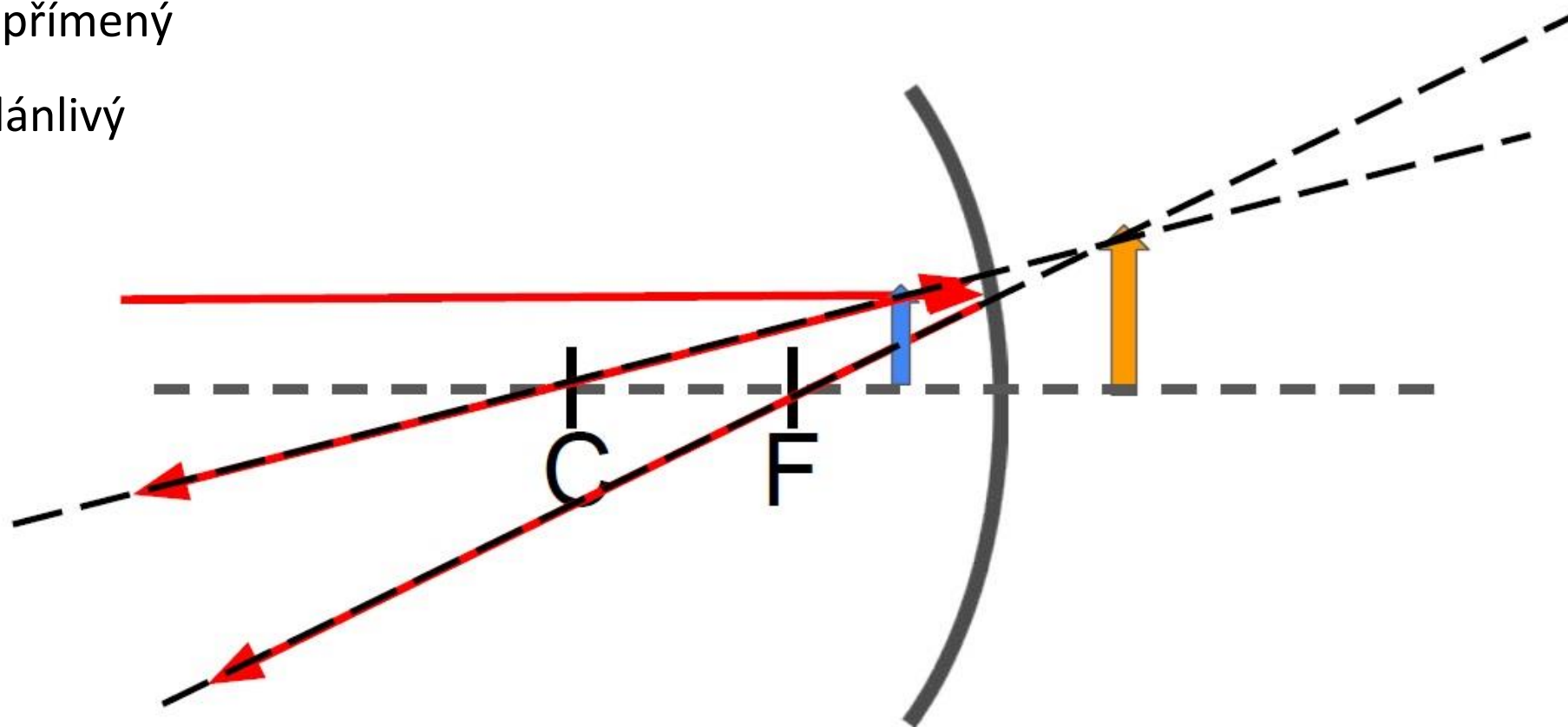
obraz vznikne
v nekonečnu



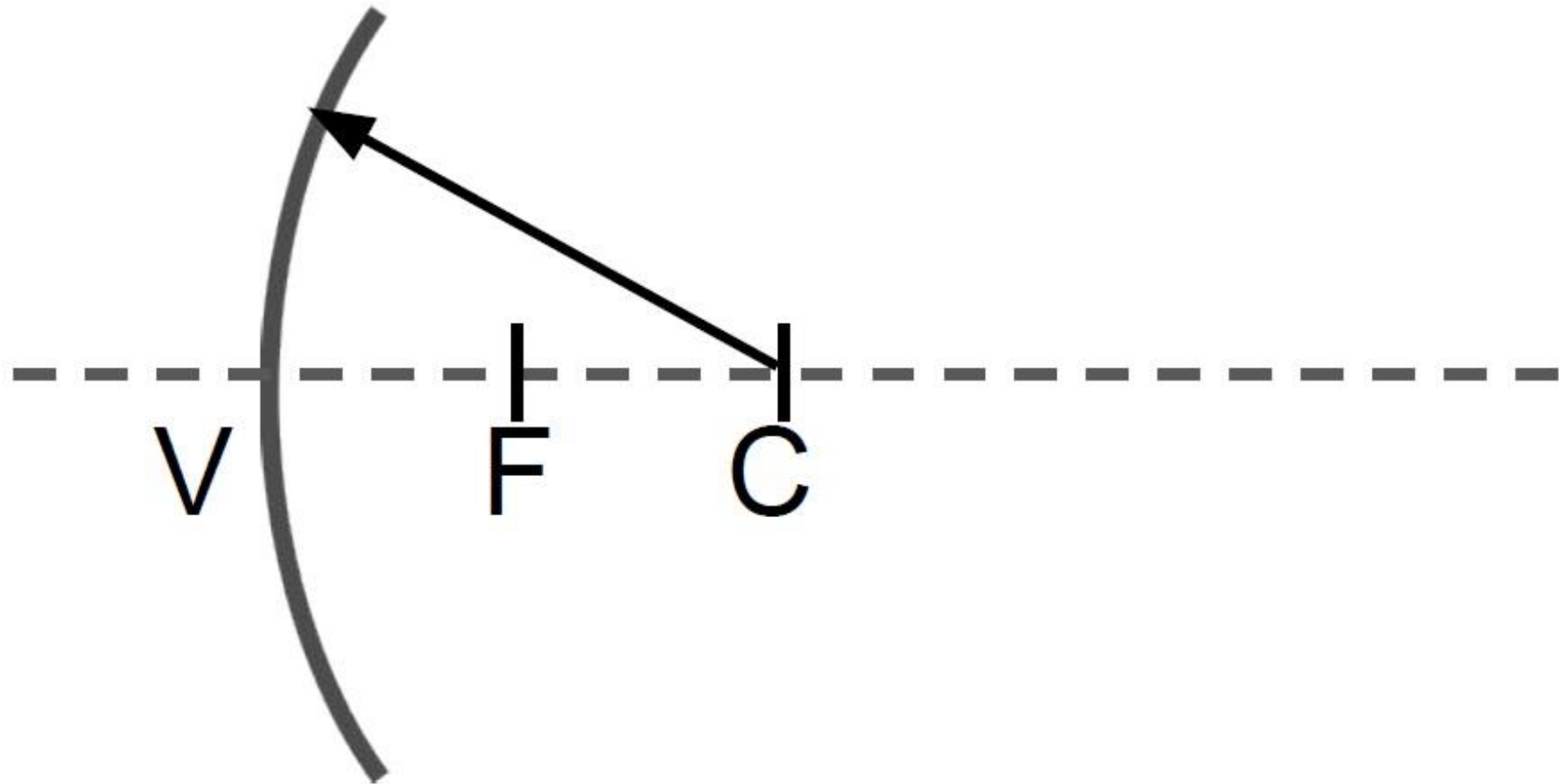
zvětšený

vzpřímený

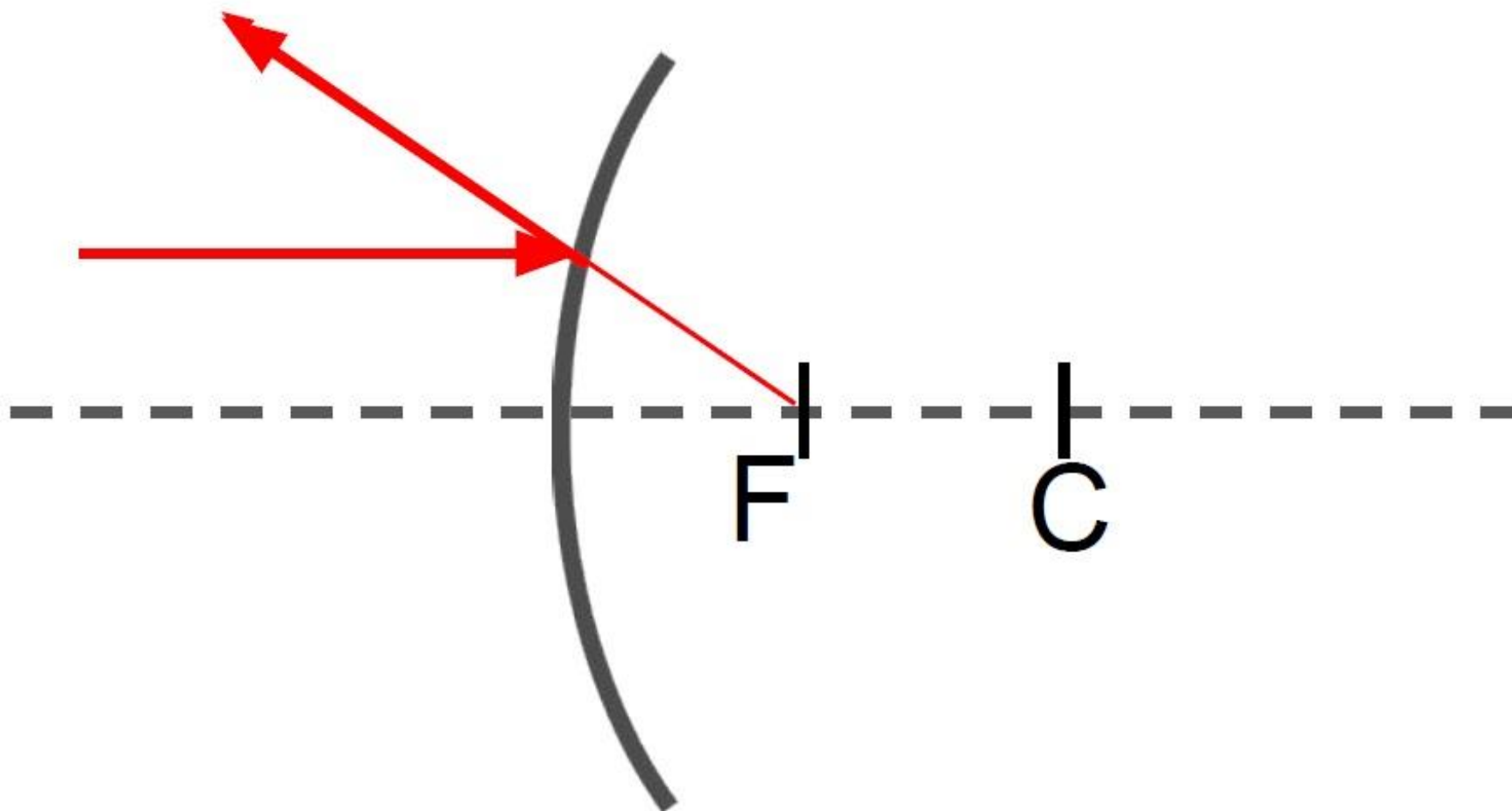
zdánlivý



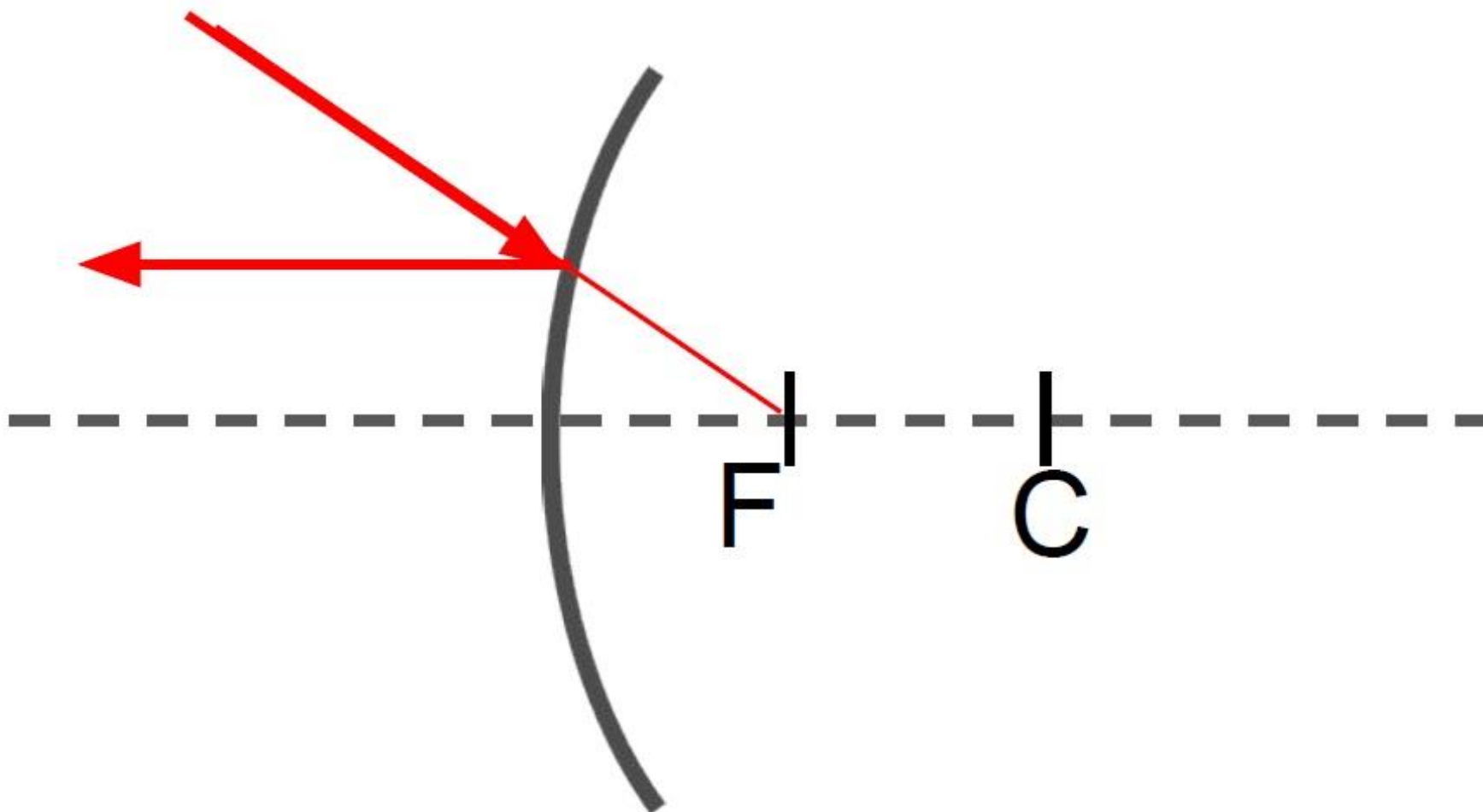
Kulové zrcadlo – vypuklé



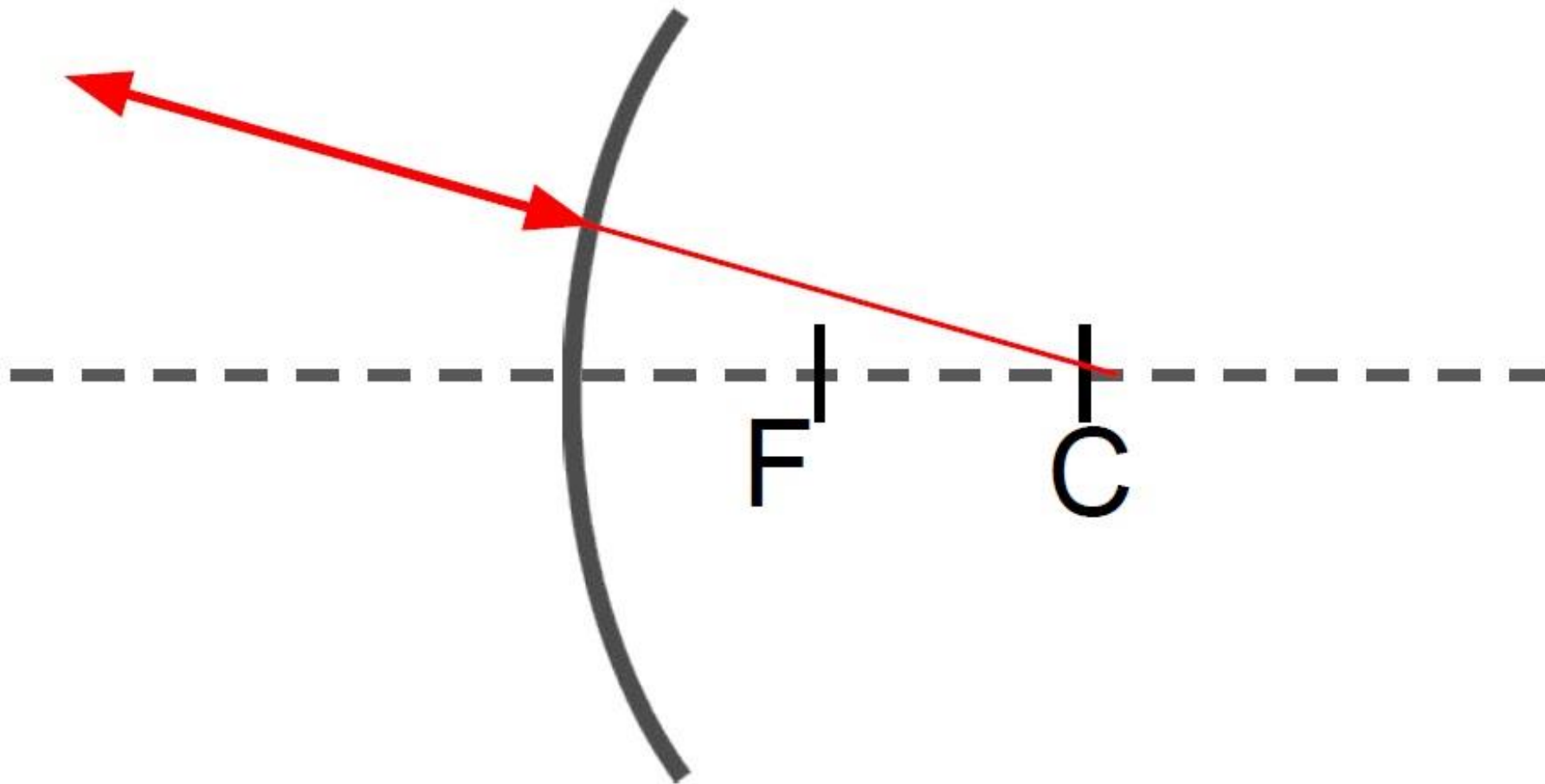
Význačné paprsky



Význačné paprsky



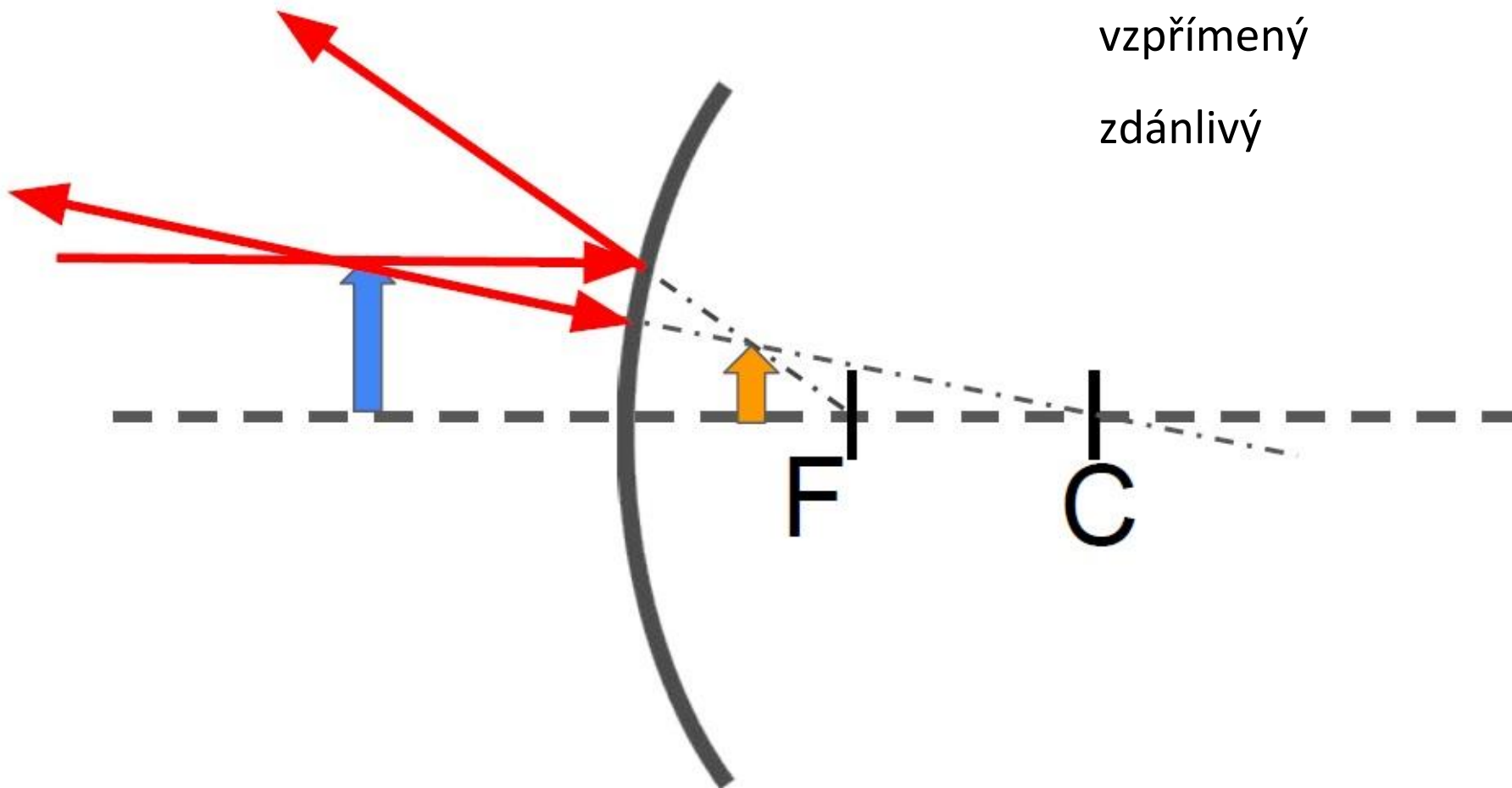
Význačné paprsky



zmenšený

vzpřímený

zdánlivý



a - předmětová vzdálenost

a' - obrazová vzdálenost

f - ohnisková vzdálenost

r - poloměr křivosti

Z – zvětšení

Znaménková konvence v optice

a, a', r, f - **před** zrcadlem (kladné) **plus**

a, a', r, f - **za** zrcadlem **záporné** (minus)

duté - $r > 0; f > 0; a > 0; a'$ může být kladné i záporné

vypuklé - $r < 0; f < 0; a > 0; a' < 0$

„Vždy je správný čas udělat to, co je správné.“

Martin Luther King

Příčné zvětšení

Označíme-li výšku předmětu jako y a výšku obrazu jako y' , pak platí, že:

$$Z = \frac{y'}{y}$$

Pokud je obraz vzpřímený, má příčné zvětšení kladnou hodnotu ($Z > 0$).

Pokud je obraz převrácený, vyjde příčné zvětšení se záporným znaménkem ($Z < 0$).

Zvětšení obrazu

$$Z = -\frac{a'}{a}$$

$$Z = -\frac{a' - f}{f} \qquad Z = -\frac{f}{a - f}$$

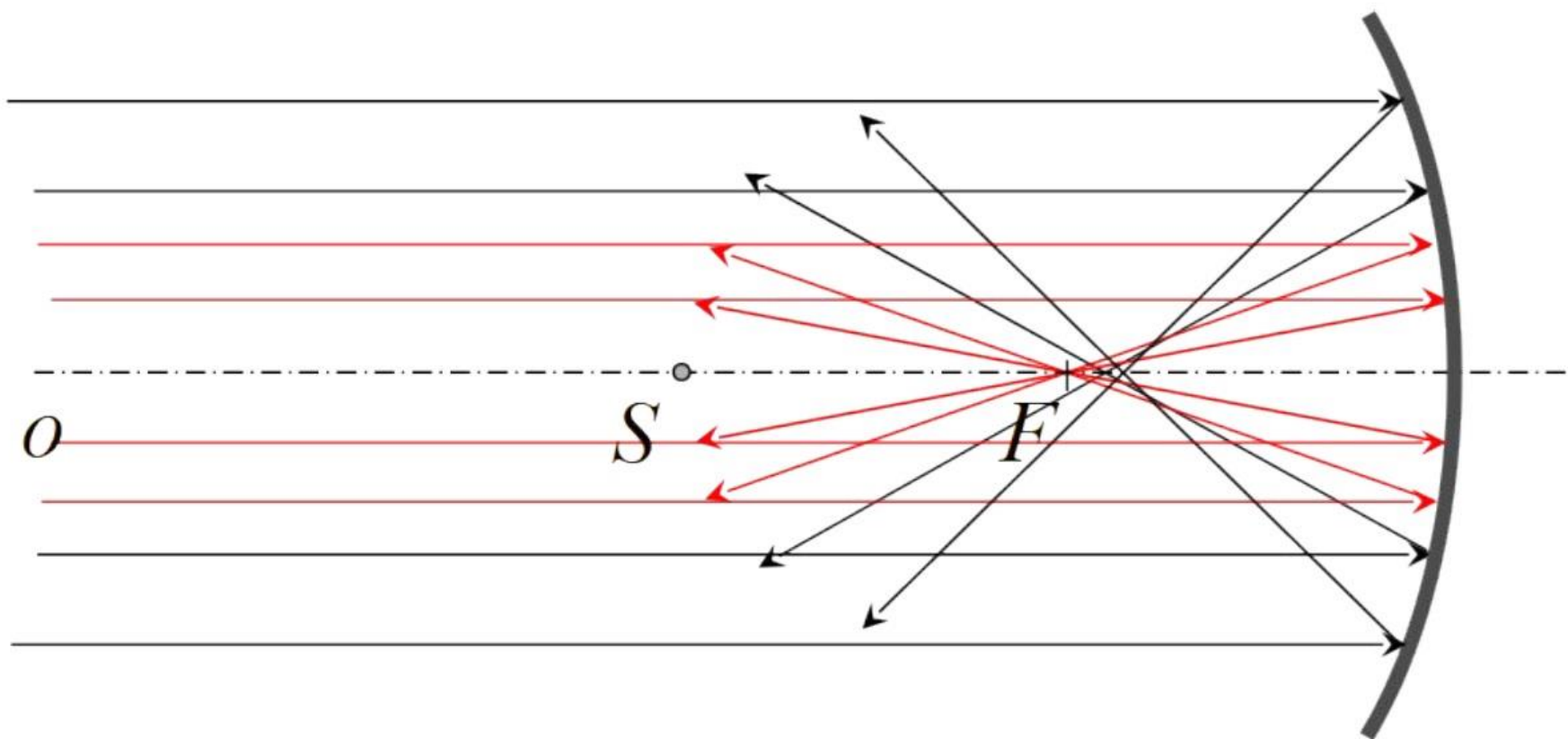
Pokud platí $|Z| > 1$, obraz je zvětšený – tedy větší než původní předmět.

Pokud platí $|Z| < 1$, obraz je zmenšený – menší než samotný předmět.

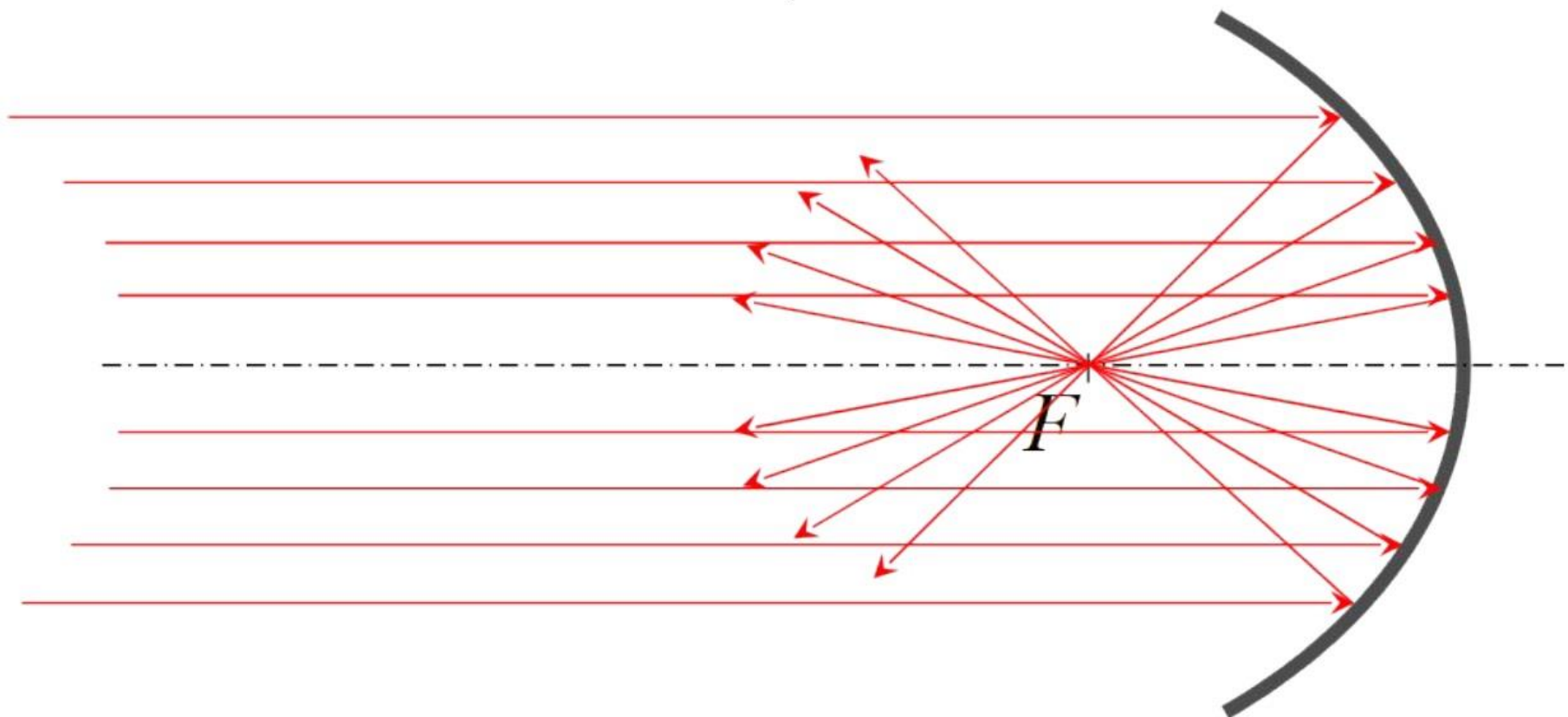
Zobrazovací rovnice

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

Kulová vada zrcadla



Parabolické zrcadlo



Které z následujících tvrzení je správné?

- a) Duté zrcadlo má skutečné ohnisko.**
- b) Vypuklé zrcadlo má neskutečné ohnisko.**
- c) Nejpřesnější vyobrazení vzniká paraxiálními paprsky.**
- d) Rovina obsahující optickou osu s ohniskem je ohnisková rovina.**

Obrazy získané pomocí vypuklého zrcadla jsou vždy:

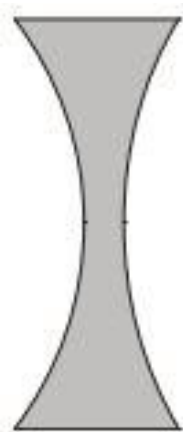
- a) Zvětšené.**
- b) Zmenšené.**
- c) Převrácené.**
- d) Skutečné.**

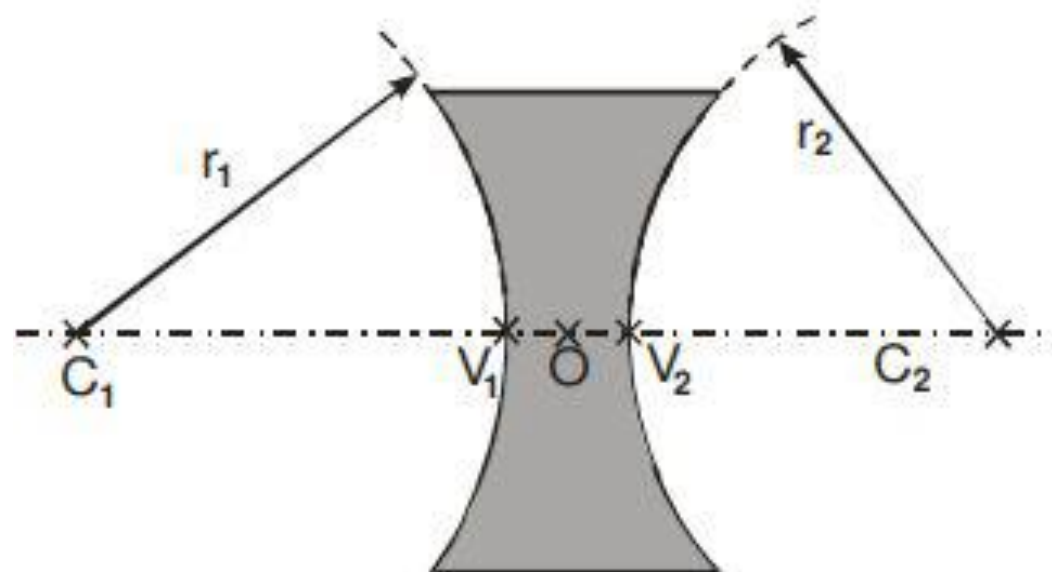
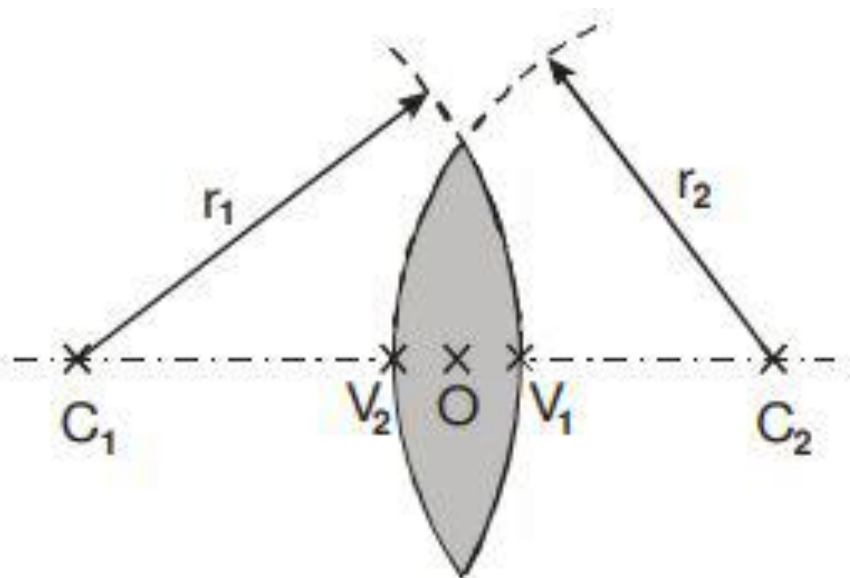
Čočky

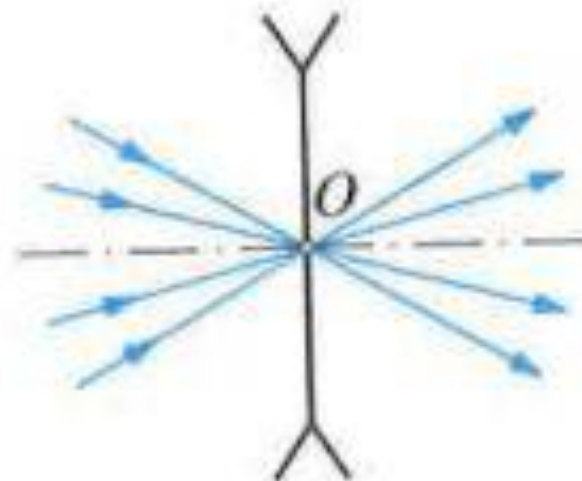
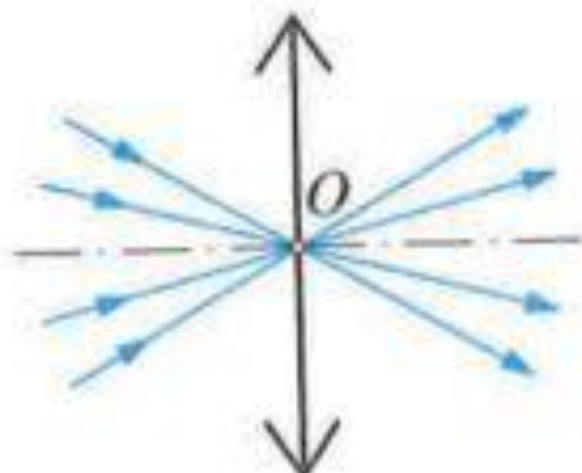


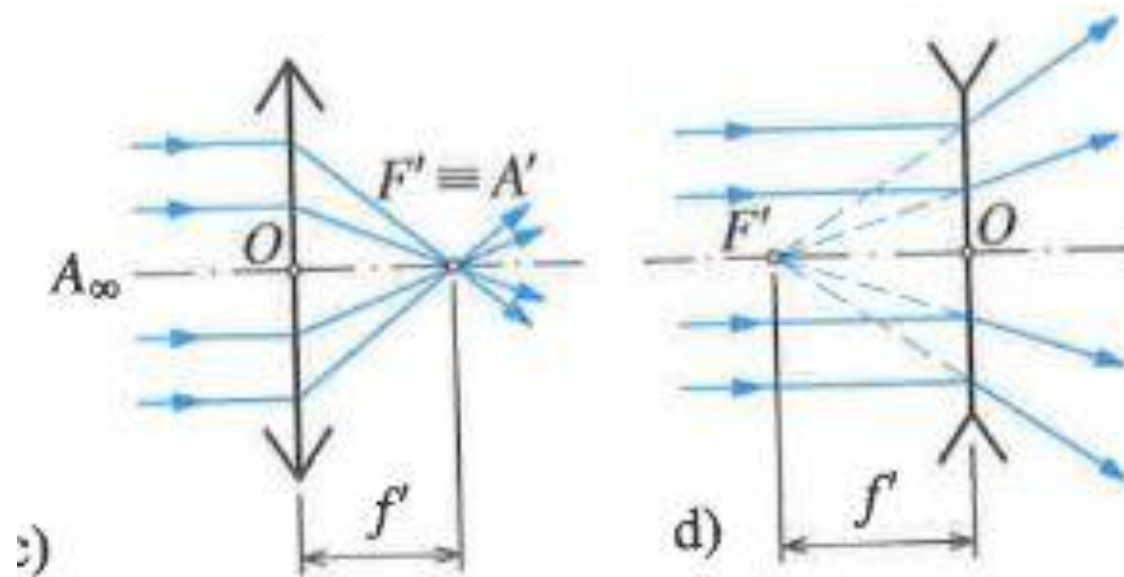
spojky

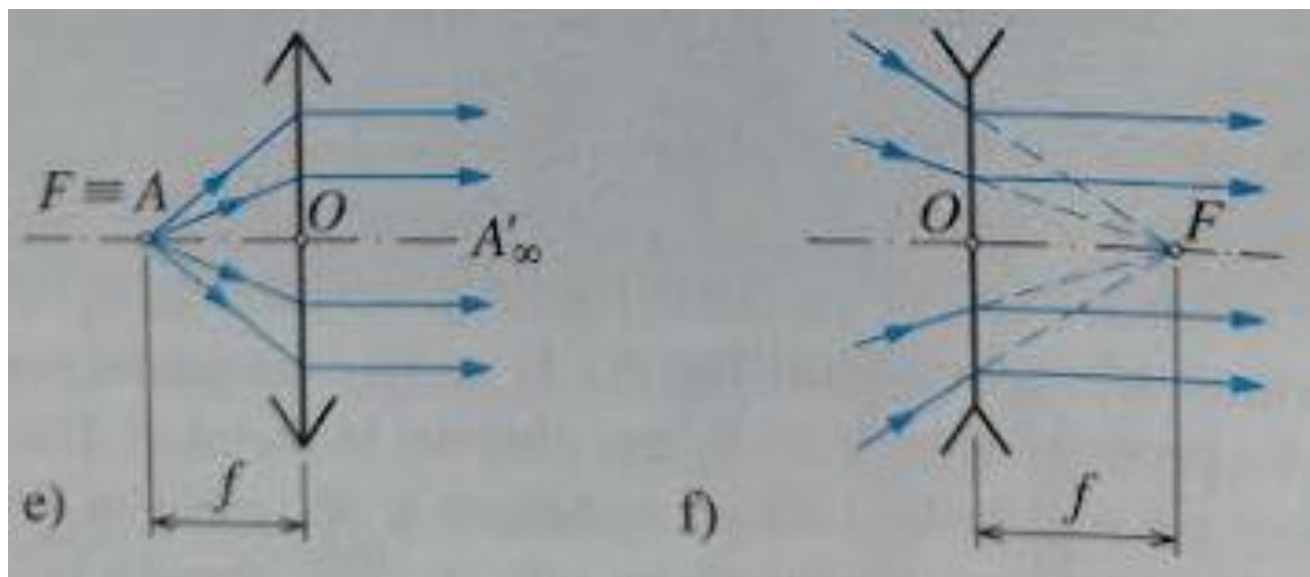
rozptylky

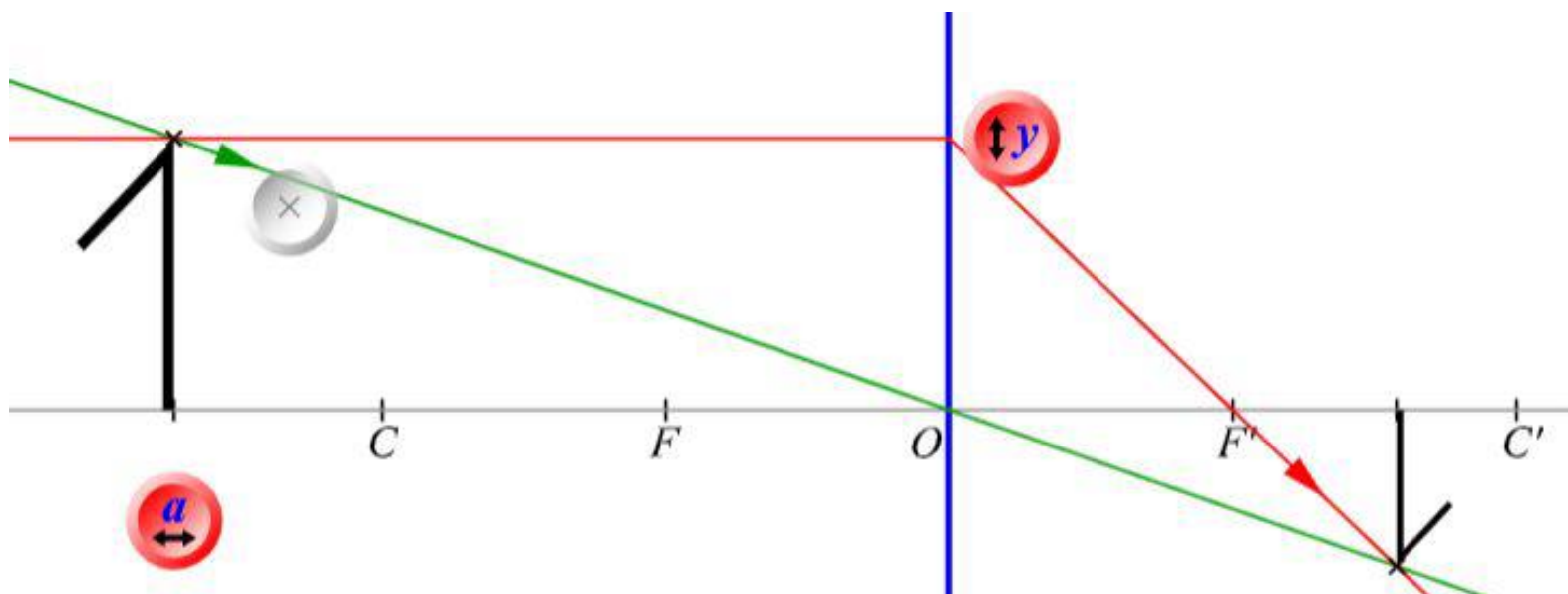




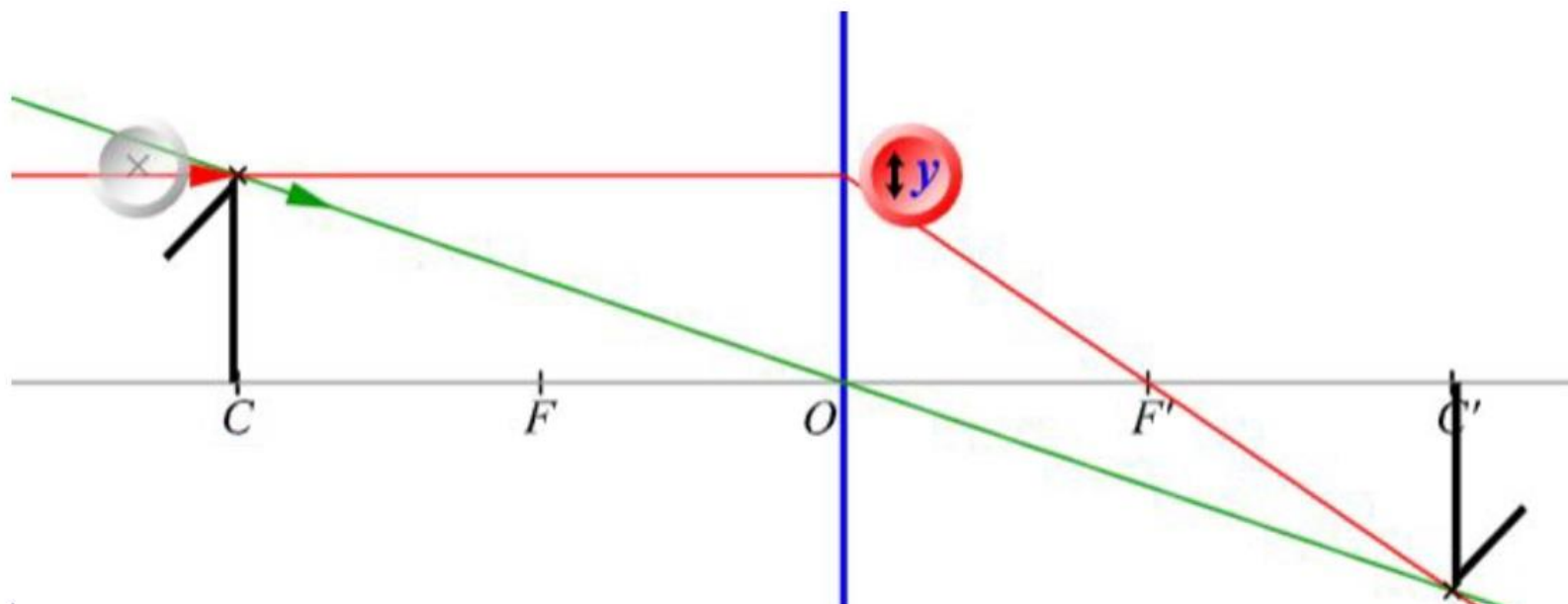




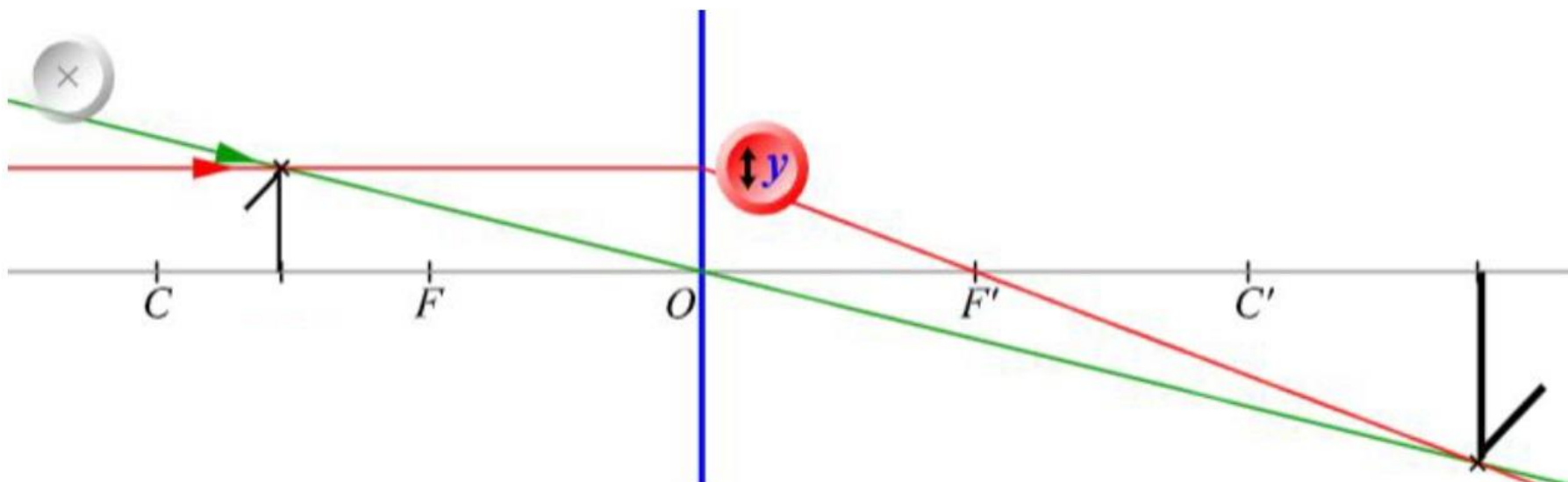




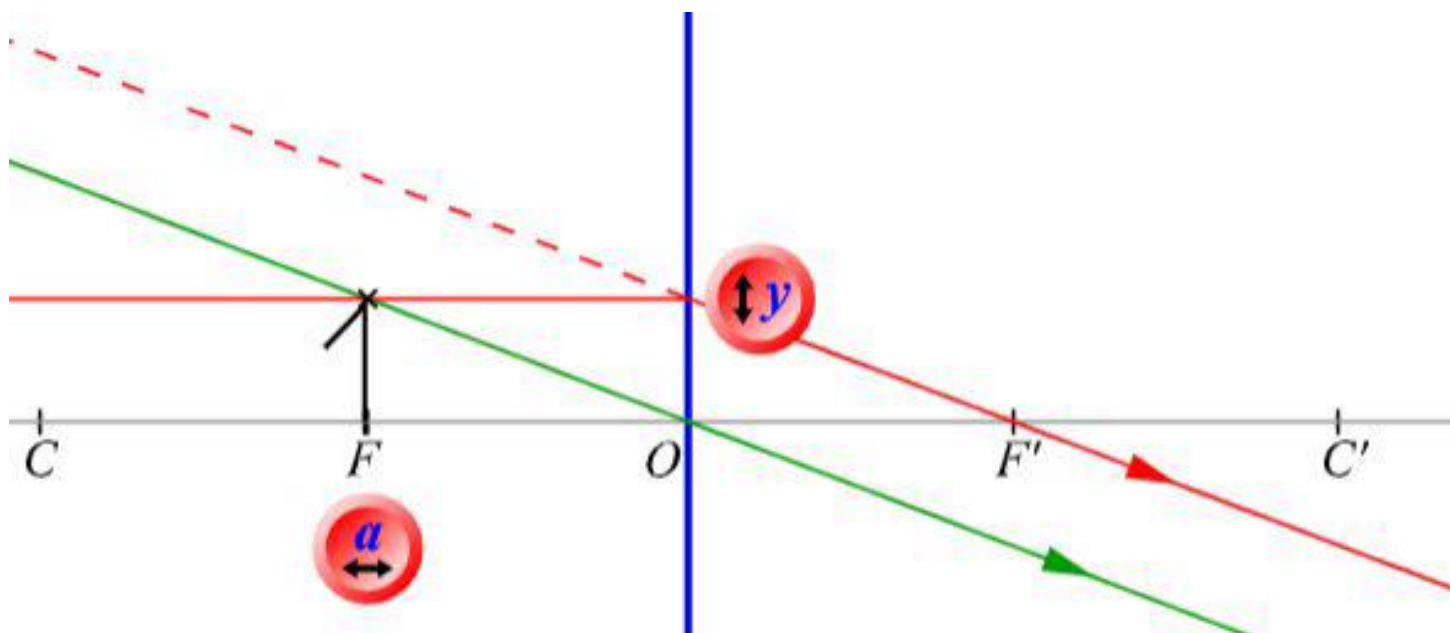
zmenšený
převrácený
skutečný



stejně velký
převrácený
skutečný

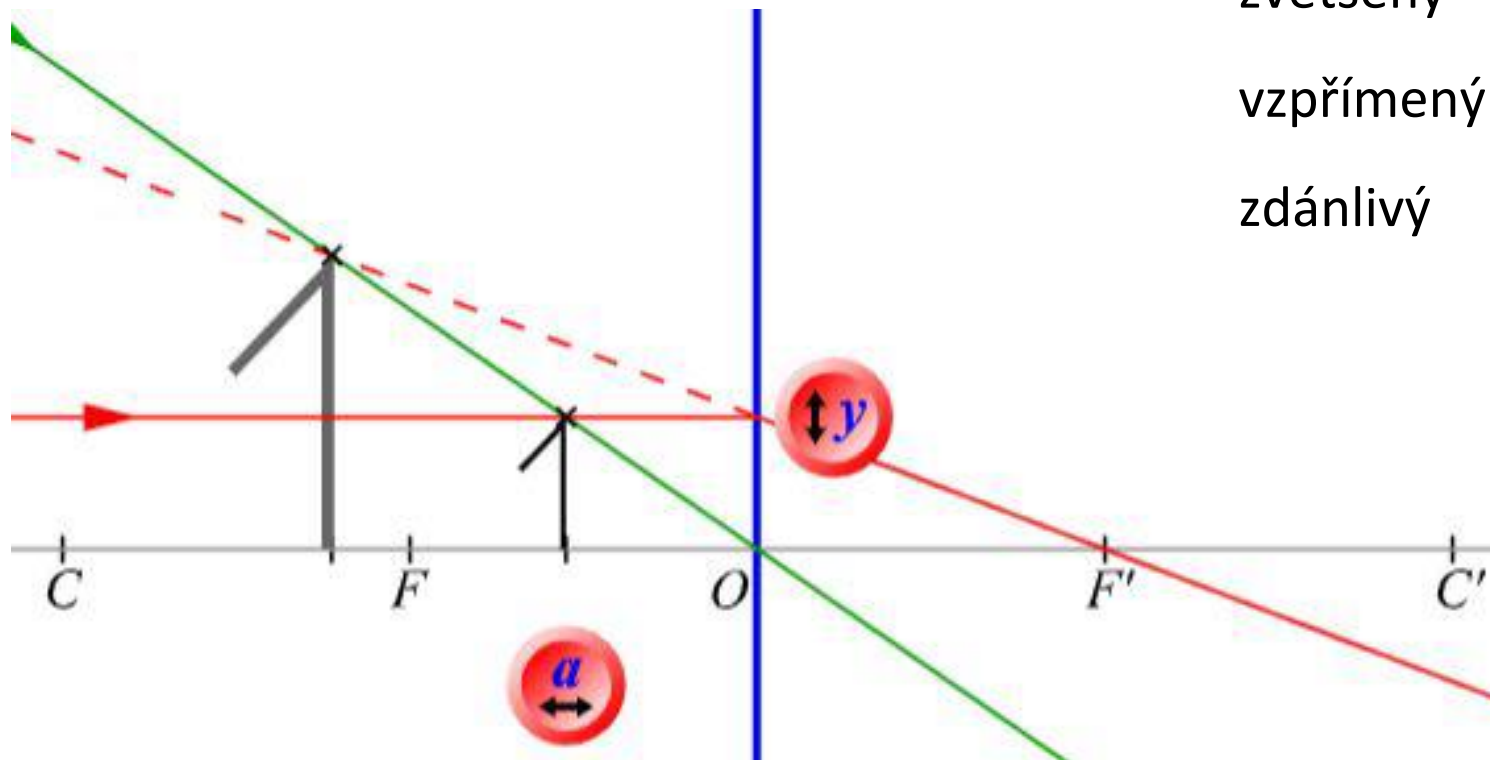


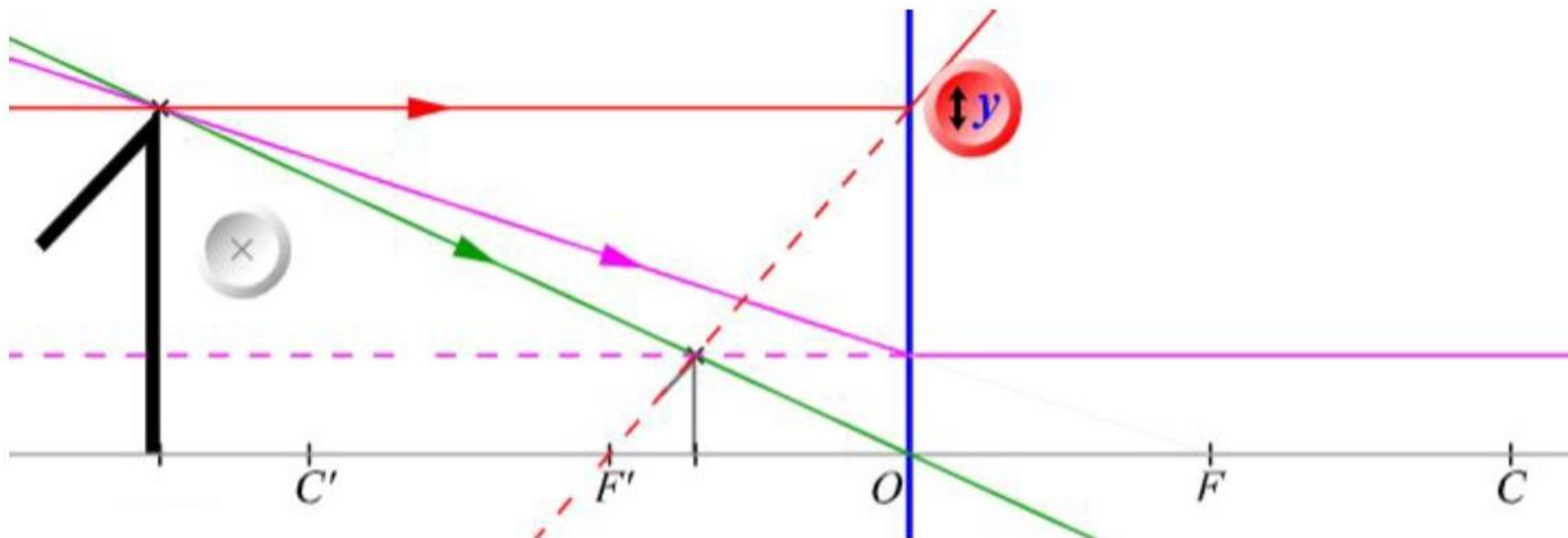
zvětšený
převrácený
skutečný



obraz vznikne
v nekonečnu

zvětšený
vzpřímený
zdánlivý





zmenšený

vzpřímený

zdánlivý

Zvětšení

$$Z = \frac{y'}{y} = - \frac{a'}{a}$$

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

Zobrazovací rovnice

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

$$\frac{1}{f} = \varphi = \left(\frac{n_{\check{c}}}{n_o} - 1 \right) \left(\frac{1}{r_1} + \frac{1}{r_2} \right)$$

φ - optická mohutnost $[\varphi] = \text{m}^{-1} = \text{D}$

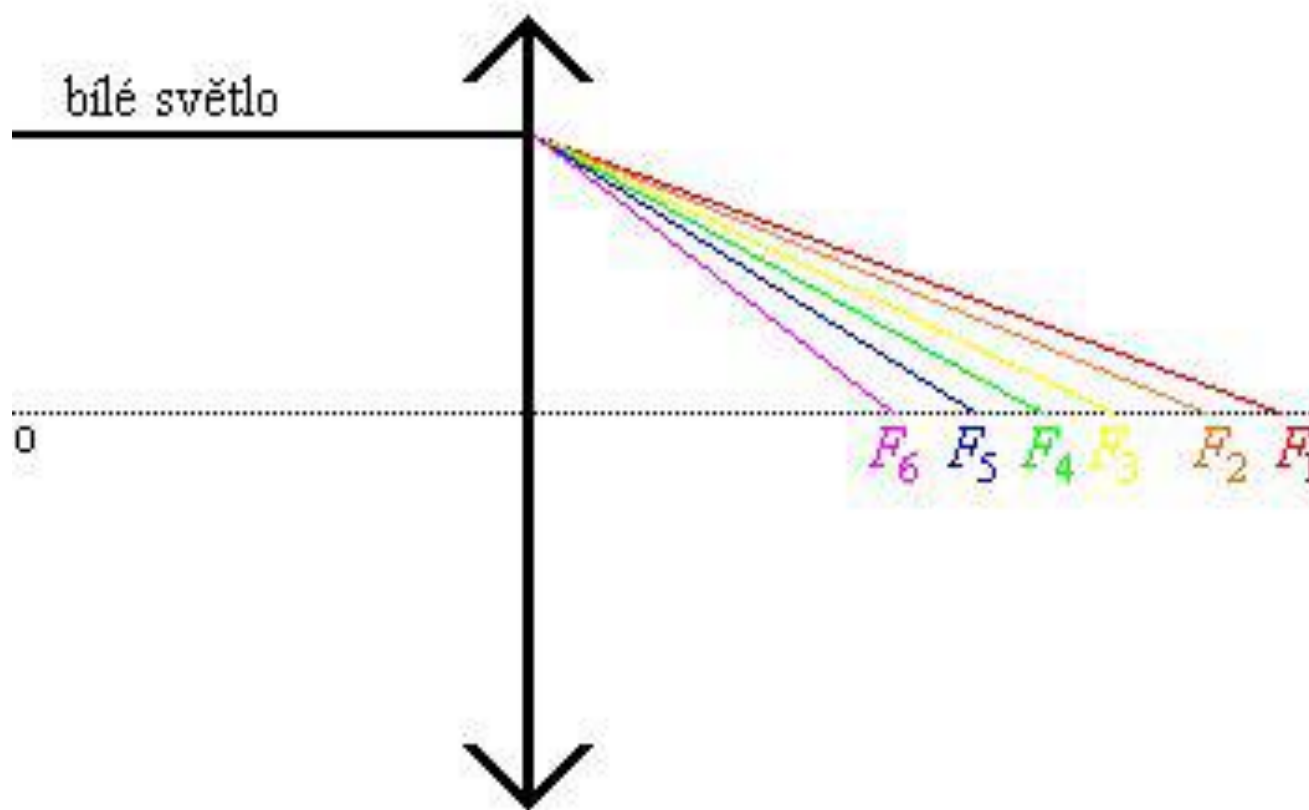
Určete ohniskovou vzdálenost tenké spojky, kterou se předmět vzdálený 20 cm před čočkou zobrazil ve vzdálenosti 60 cm.

- a) 5 cm.**
- b) 10 cm.**
- c) 15 cm.**
- d) 20 cm.**

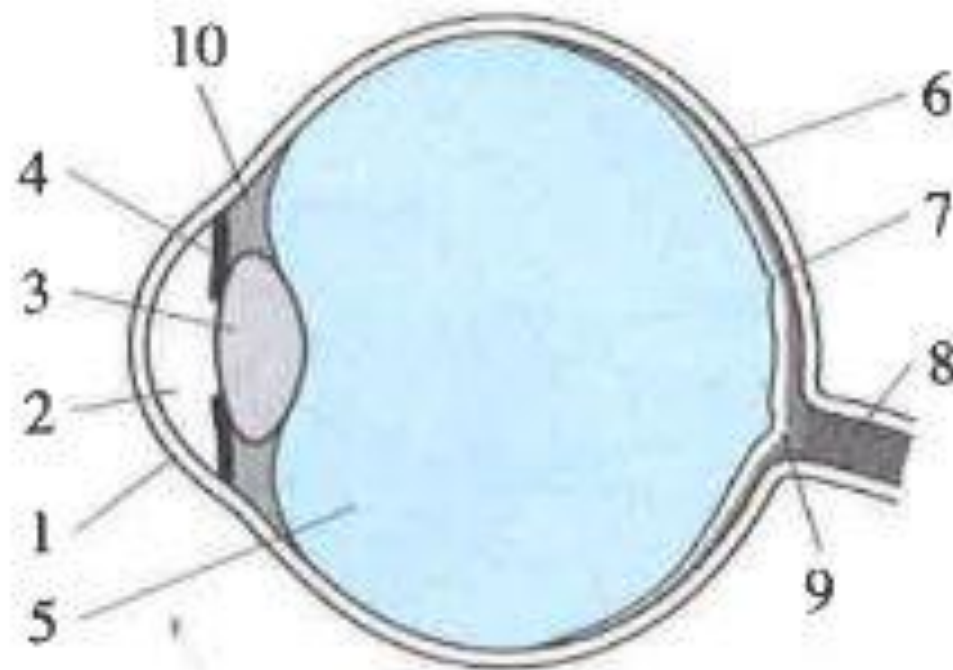
Rozptylka má obrazovou vzdálenost $f' = -10$ cm. Její optická mohutnost je:

- a) -1 D.**
- b) -100 D.**
- c) 10 D.**
- d) -10 D.**

Barevná vada čoček

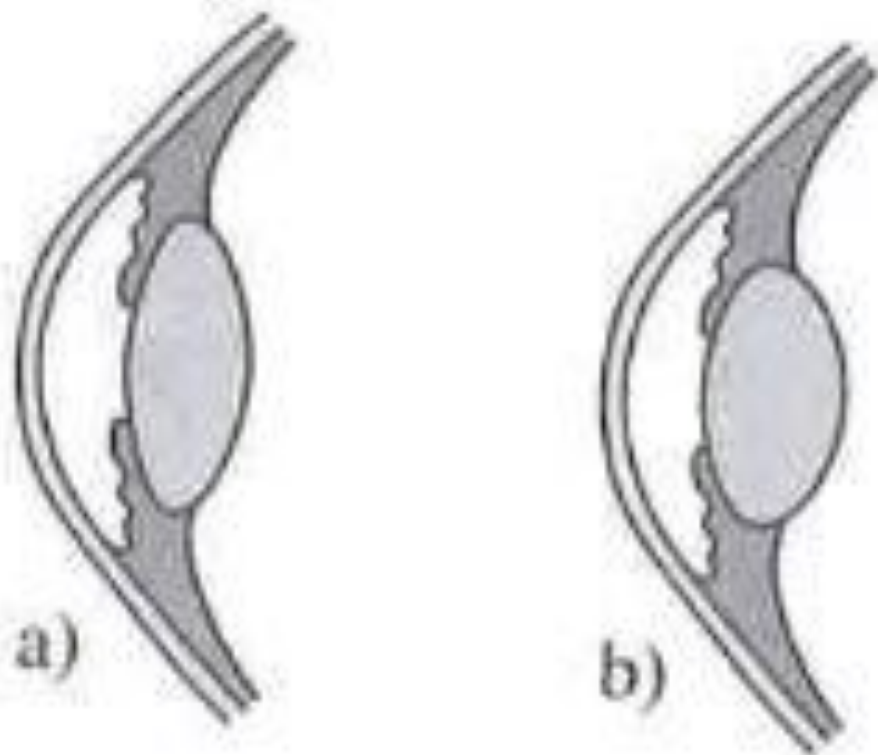


Oko

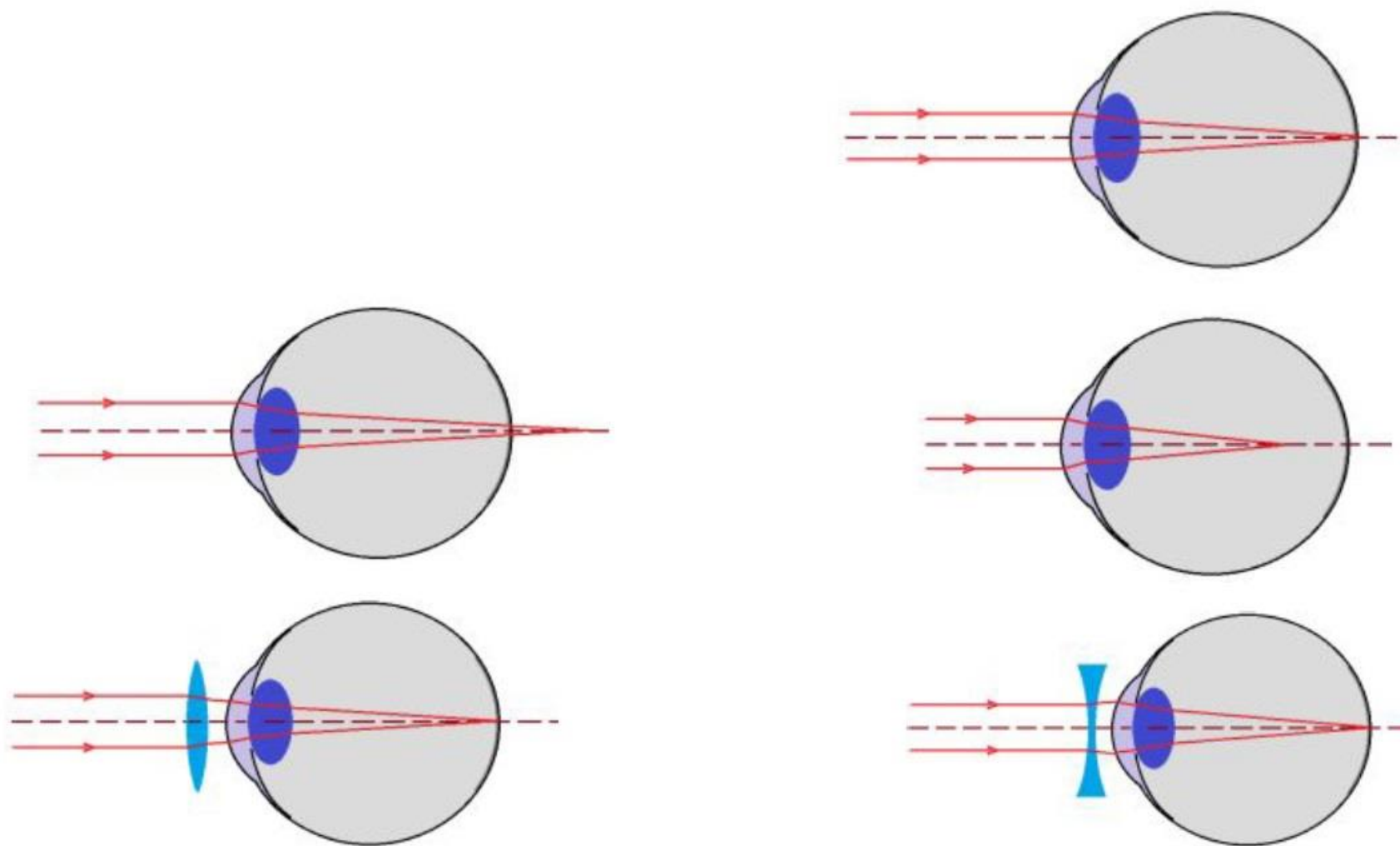


Nejcitlivější na žlutozelenou barvu (555 nm)

Akomodace oka



Dalekozraké a krátkozraké oko



Jakou optickou mohutnost musí mít brýle pro krátkozraké oko, jehož blízký bod je ve vzdálenosti 10 cm od oka?

a) - 6 D.

b) 6 D.

c) - 3 D.

d) 3 D.

Vzdálený bod krátkozrakého oka je ve vzdálenosti 50 cm. Kolik dioptrií mají brýle, které posunou vzdálený bod do nekonečna:

- a) - 5 D.**
- b) - 10 D.**
- c) 5 D.**
- d) - 2 D.**

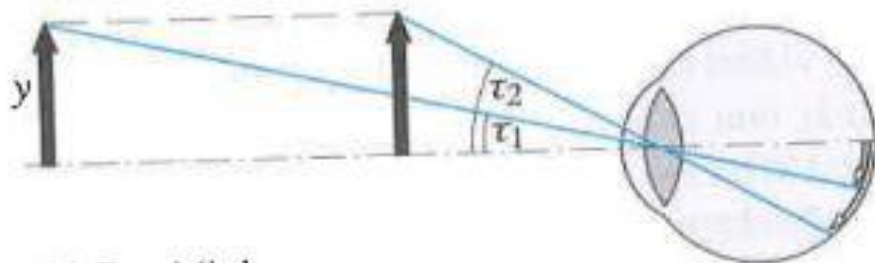
Setrvačnost zrakového vjemu

Obraz, který na sítnici dopadne, se v našem vědomí udrží ještě krátce poté, co už předmět zmizel. Tato setrvačnost zrakového vjemu trvá přibližně 0,1 sekundy.

Pokud se střídají s frekvencí vyšší než 10 Hz, jednotlivé vjemy splývají a náš mozek je skládá do souvislého obrazu.

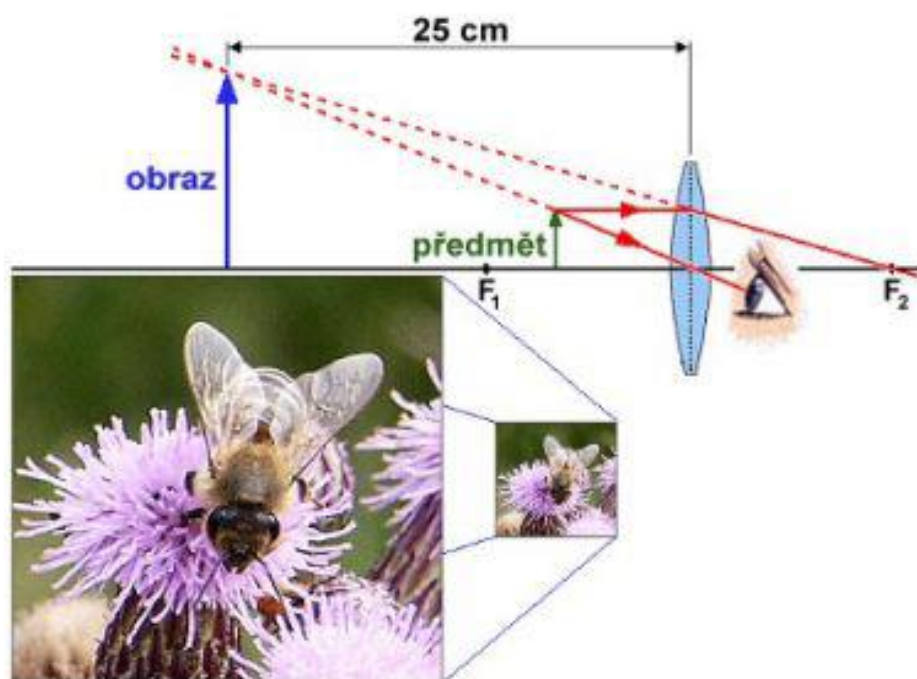
Zorný úhel

Čím je předmět blíže, tím větší část zorného pole zabírá a tím větší se nám jeví. Naopak u vzdálených objektů se krajní paprsky sbíhají pod malým úhlem, a proto je vnímáme jako malé.



$$\tau \geq 1'$$

Lupa



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

$$\gamma \sim 0,25\varphi$$

Zvětšení lupy s ohniskovou vzdáleností 25 mm činí:

a) 5

b) 10

c) 25

d) 100

Lupa zvětšuje při pozorování okem bez akomodace 10krát. Jaká je její optická mohutnost?

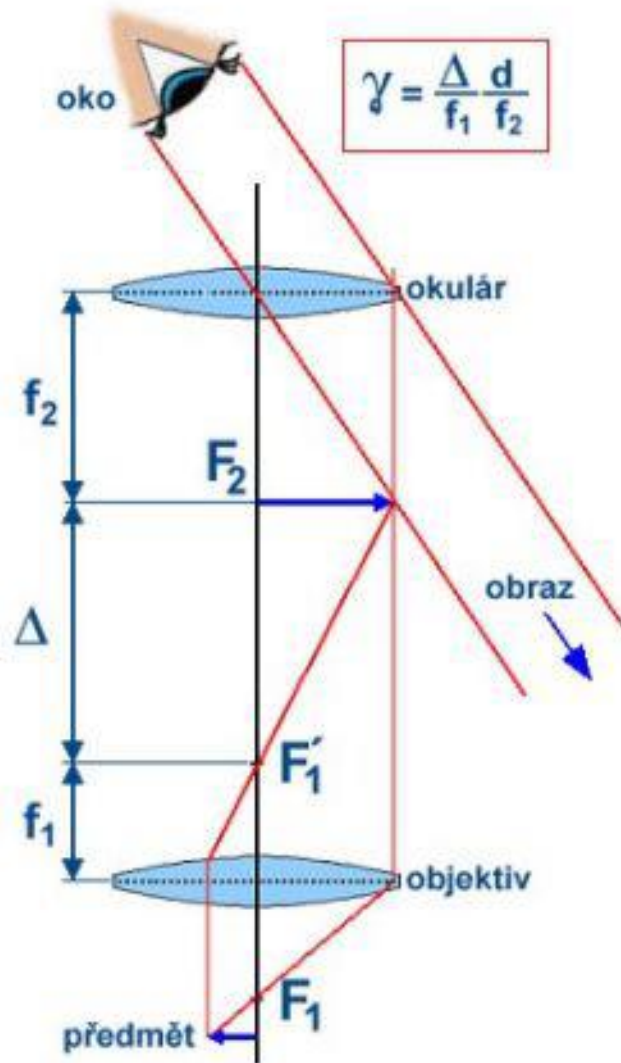
a) 40 D

b) 30 D

c) 20 D

d) 10 D

Mikroskop



Δ - optický interval - vyjadřuje vzdálenost mezi předmětem a obrazem.

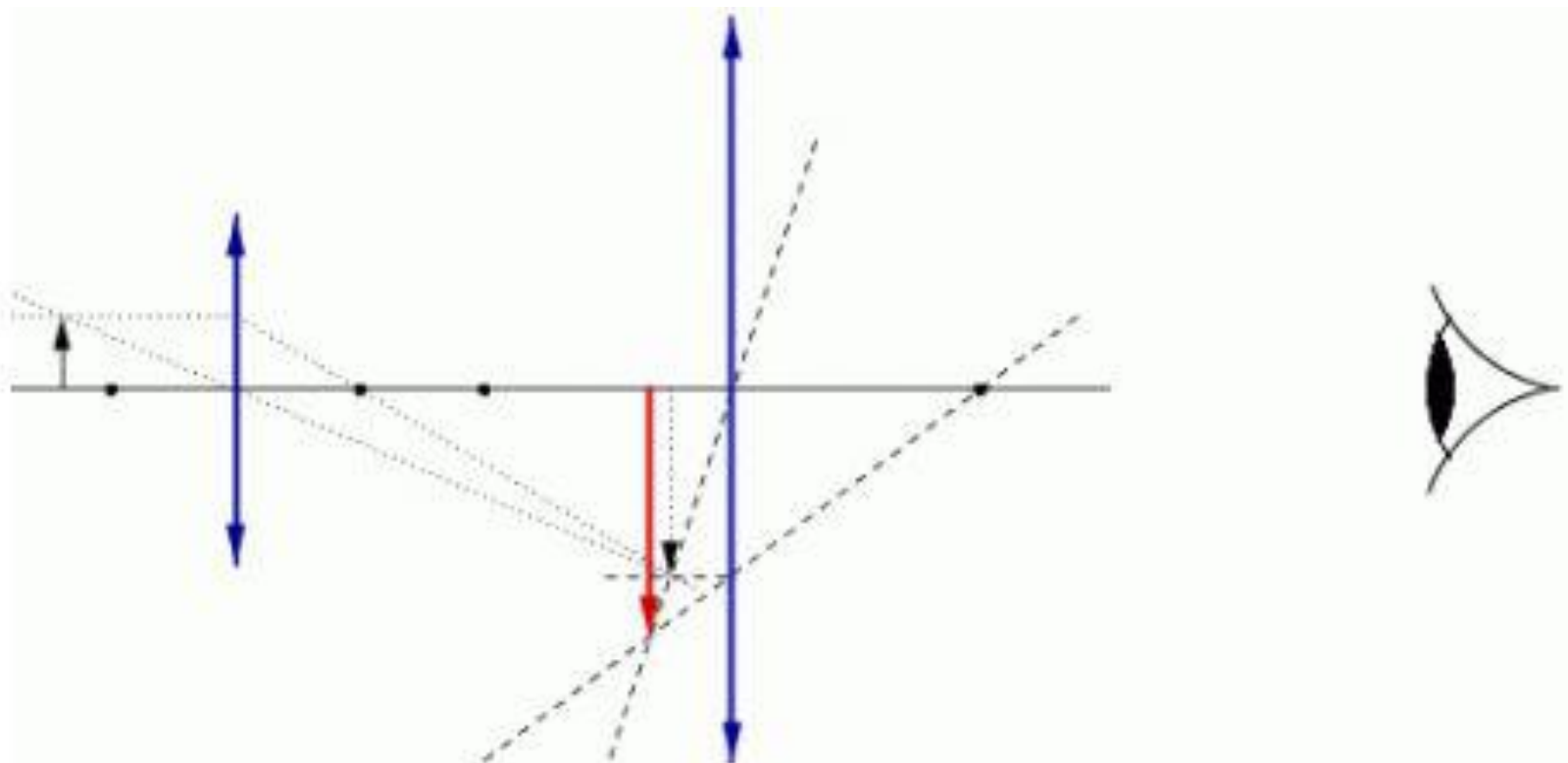
Optické mikroskopy jsou schopny dosáhnout maximálního úhlového zvětšení přibližně 2000×.

Jak velký je optický interval mikroskopu se zvětšením 400, jestliže ohnisková vzdálenost objektivu je 2 mm a okuláru 5 cm?

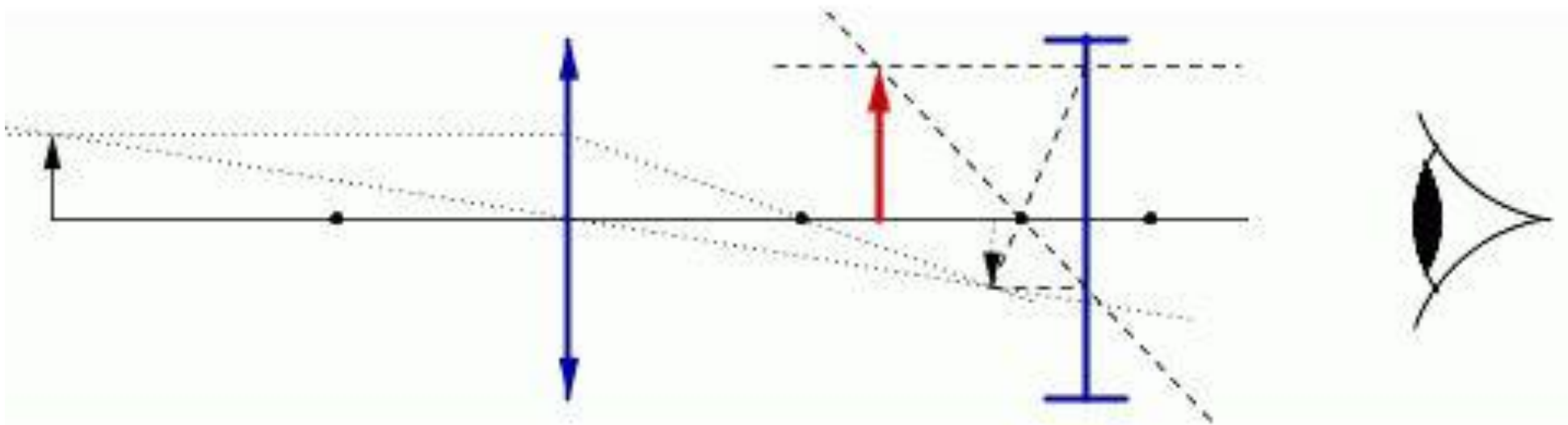
- a) 4 cm**
- b) 8 cm**
- c) 16 cm**
- d) 20 cm**

„Čemukoliv se učíš, učíš se pro sebe.“
Gaius Titus Petronius

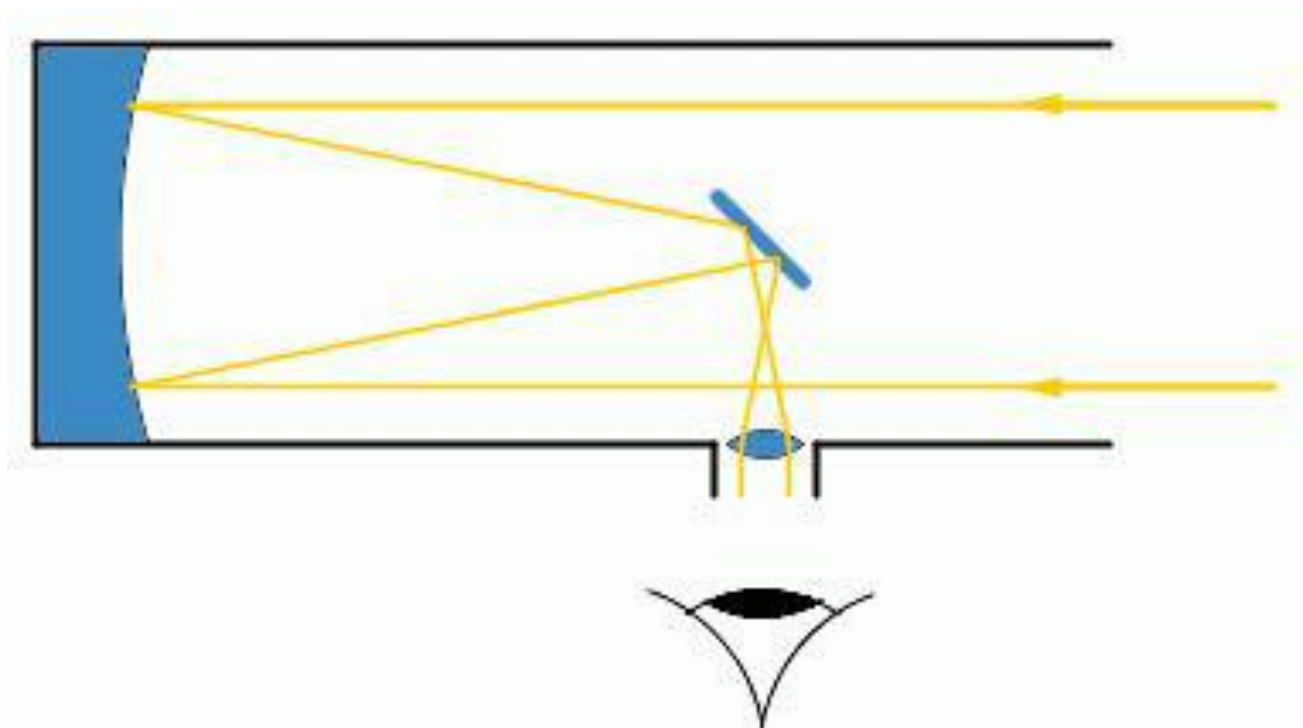
Dalekohled – Keplerův



Dalekohled – Galileův



Dalekohled - Newtonův



Vlnová optika



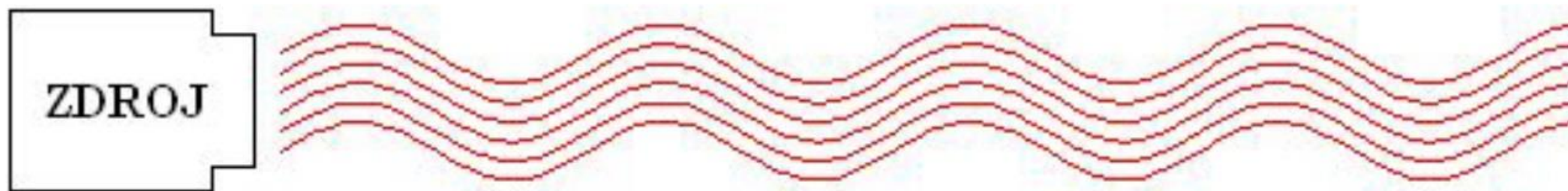
Interference

Při interferenci se potkají **dvě nebo více vlnění**.

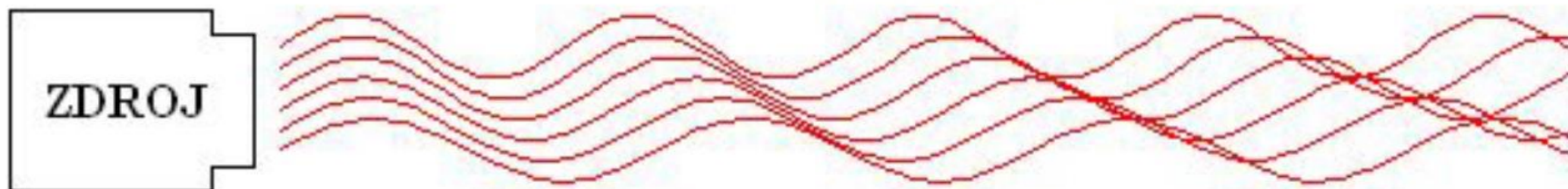
Tato vlnění musejí mít **stejnou vlnovou délku** (tedy i **stejnou frekvenci**).

Velkou roli hraje také tzv. **dráhový rozdíl** - rozdíl ve vzdálenosti, kterou jednotlivé vlny urazí. S tím souvisí i **fázový rozdíl**, tedy posunutí vln vůči sobě.

Zdroje vlnění musí být **koherentní** – jejich fáze se nemění náhodně, ale udržují si mezi sebou pevný vztah.

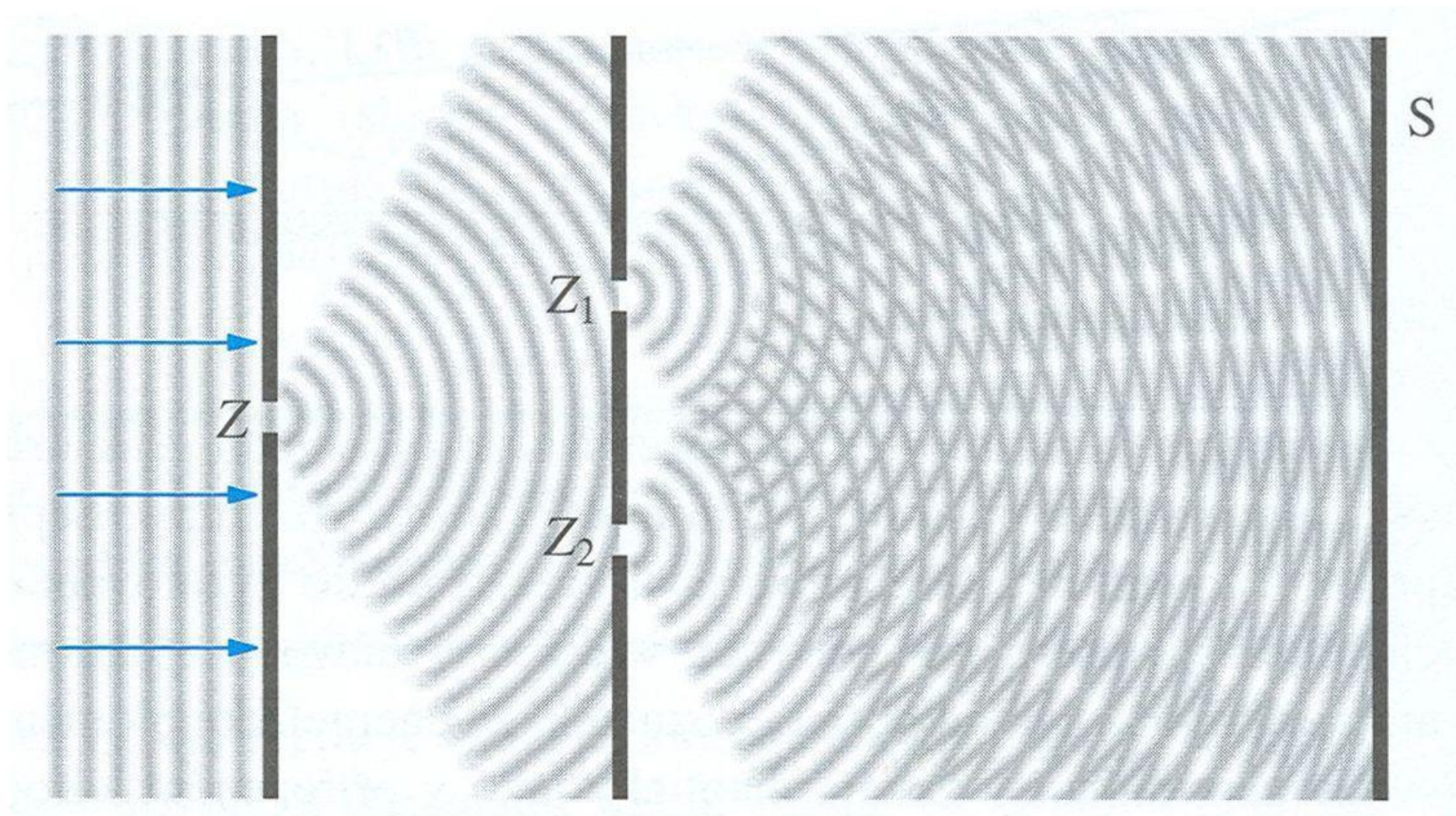


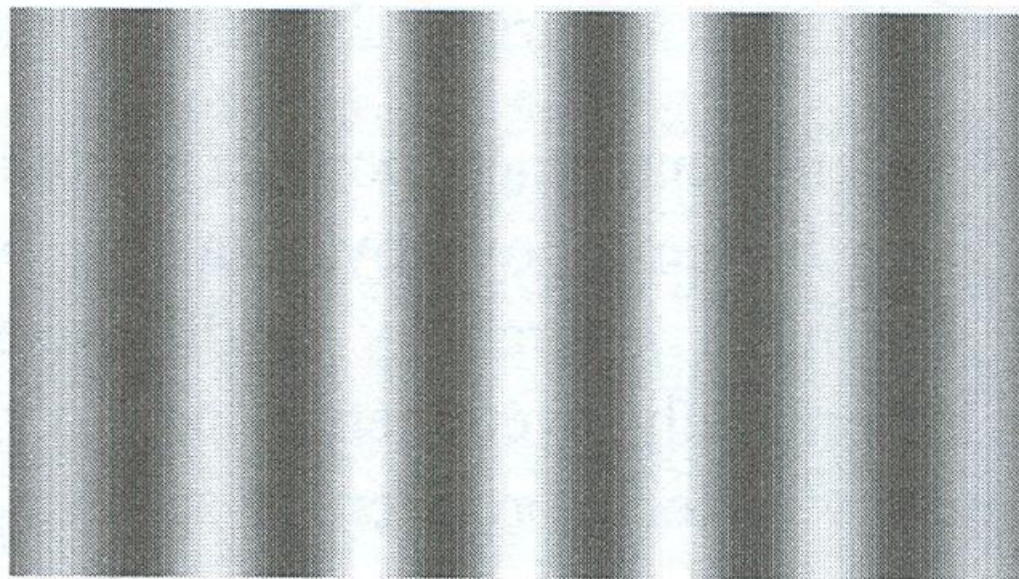
koherentní



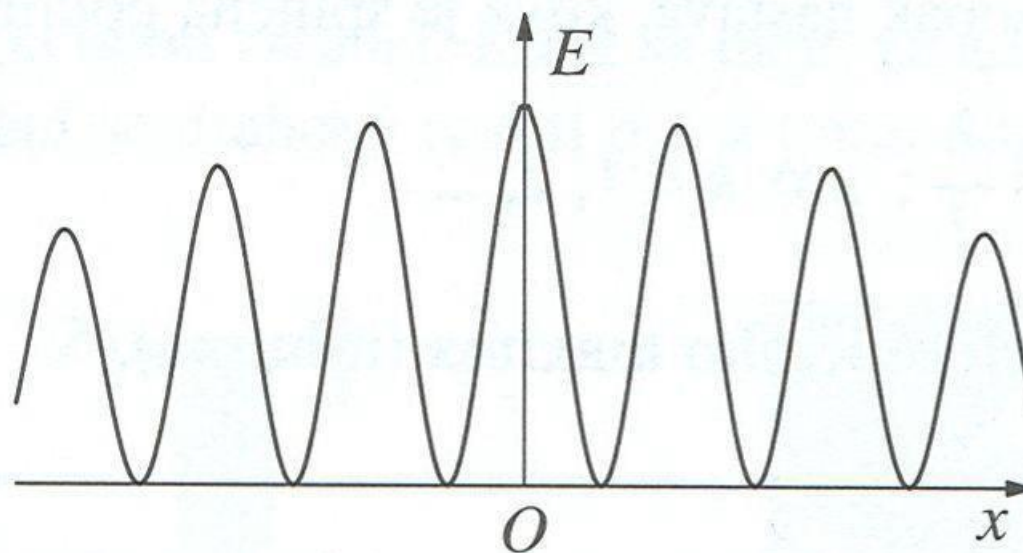
nekoherentní

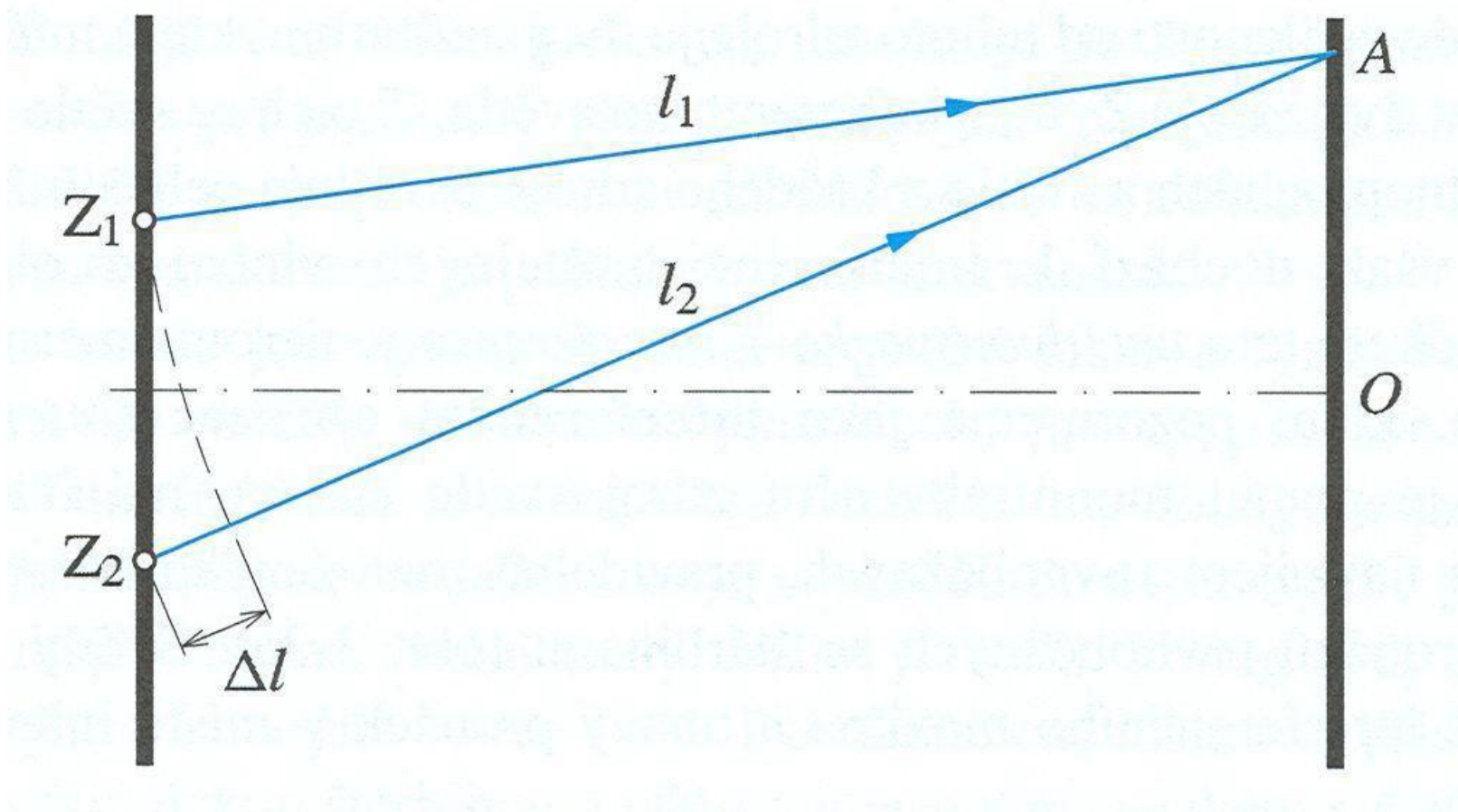
Youngův pokus





a)





interferenční maximum

$$\Delta l = 2k \cdot \frac{\lambda}{2}$$

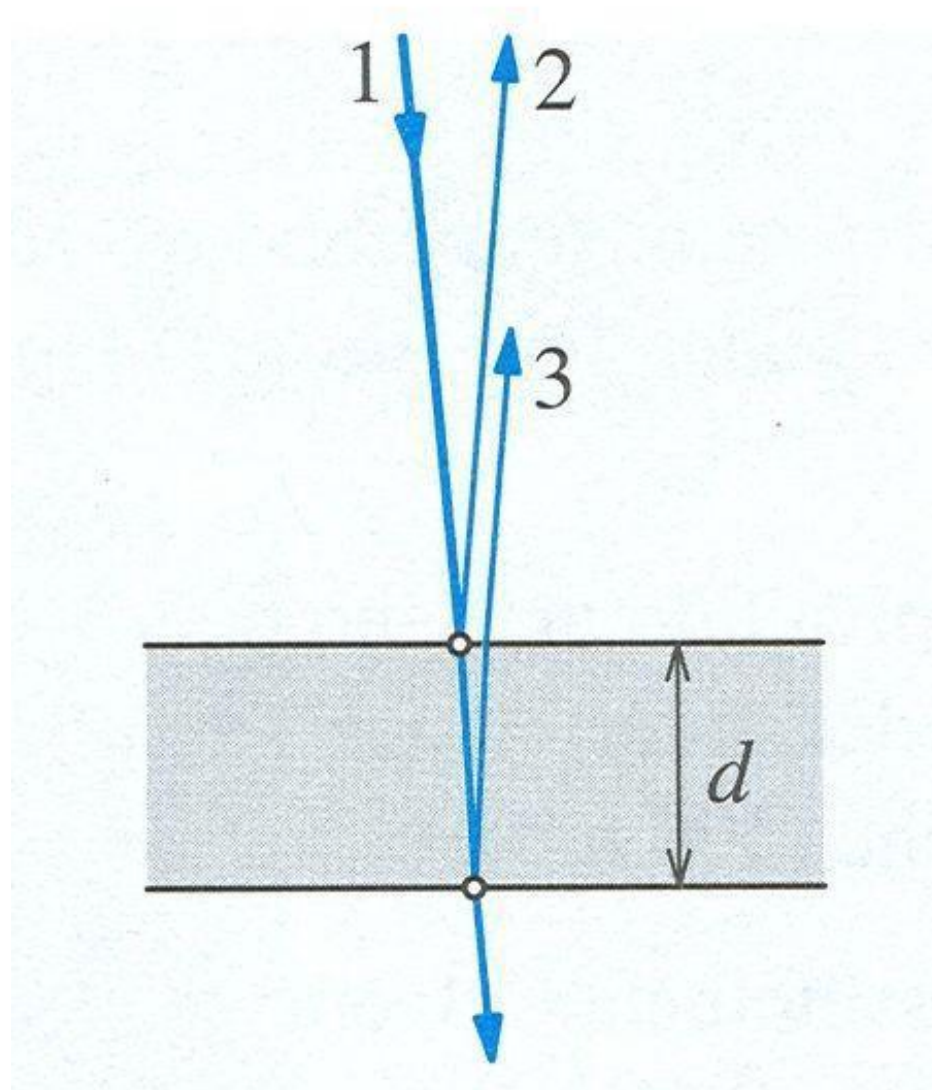
interferenční minimum

$$\Delta l = (2k + 1) \cdot \frac{\lambda}{2}$$

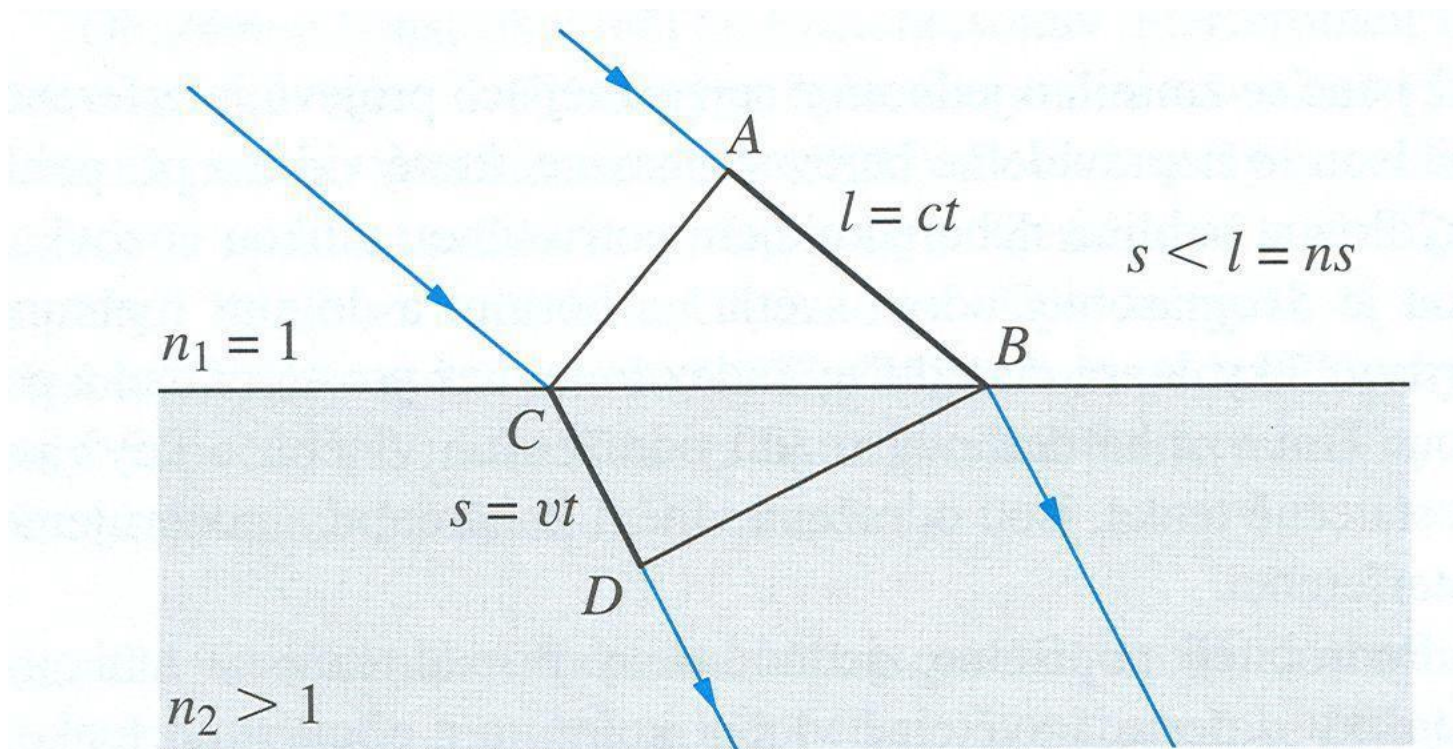
Dvě koherentní vlny o vlnové délce 590 nm se setkají v jednom bodě. Jejich dráhový rozdíl je 0,0295 mm. Zvolte správnou odpověď.

- a) Dojde k interferenčnímu minimu.**
- b) Dojde k interferenčnímu maximu.**
- c) Nedojde k interferenci.**
- d) Žádná odpověď není správná.**

Interference na tenké vrstvě

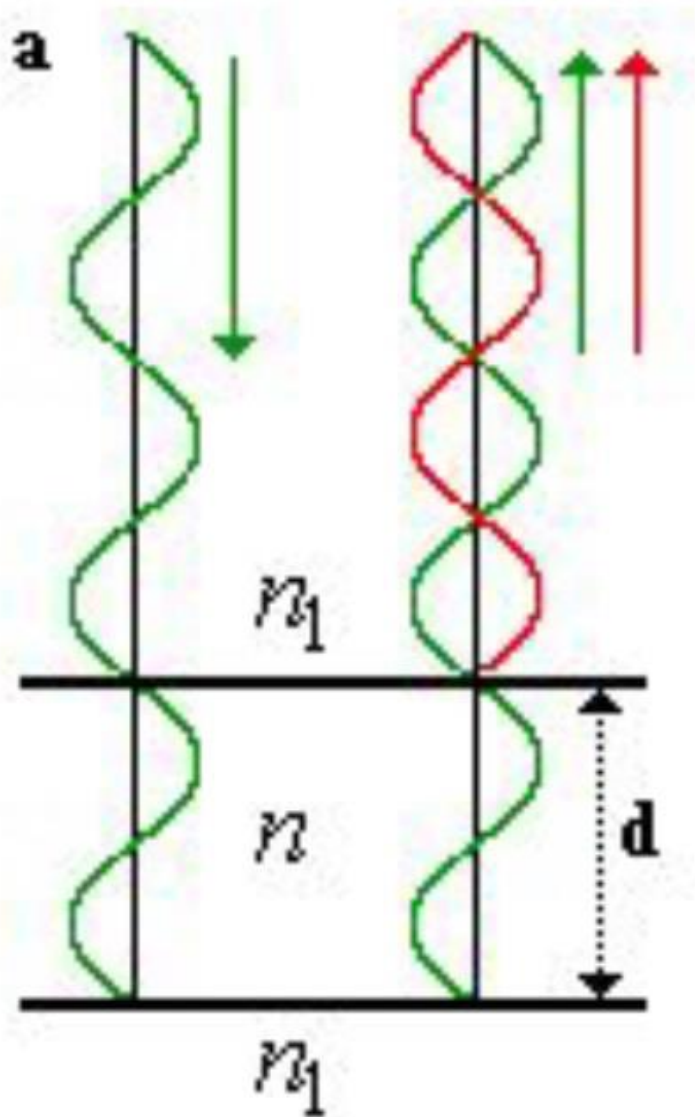


Optická dráha



Optická dráha vyjadřuje, jakou vzdálenost by světlo urazilo ve vakuu za stejný čas, jaký potřebuje k průchodu určitou látkou.

Odraz světla a fáze vlnění



Dopad na opticky **řidší** prostředí – odražená vlna si zachovává **stejnou** fázi jako vlna dopadající.

Dopad na opticky **hustší** prostředí – odražená vlna se vrací s **opačnou** fází.

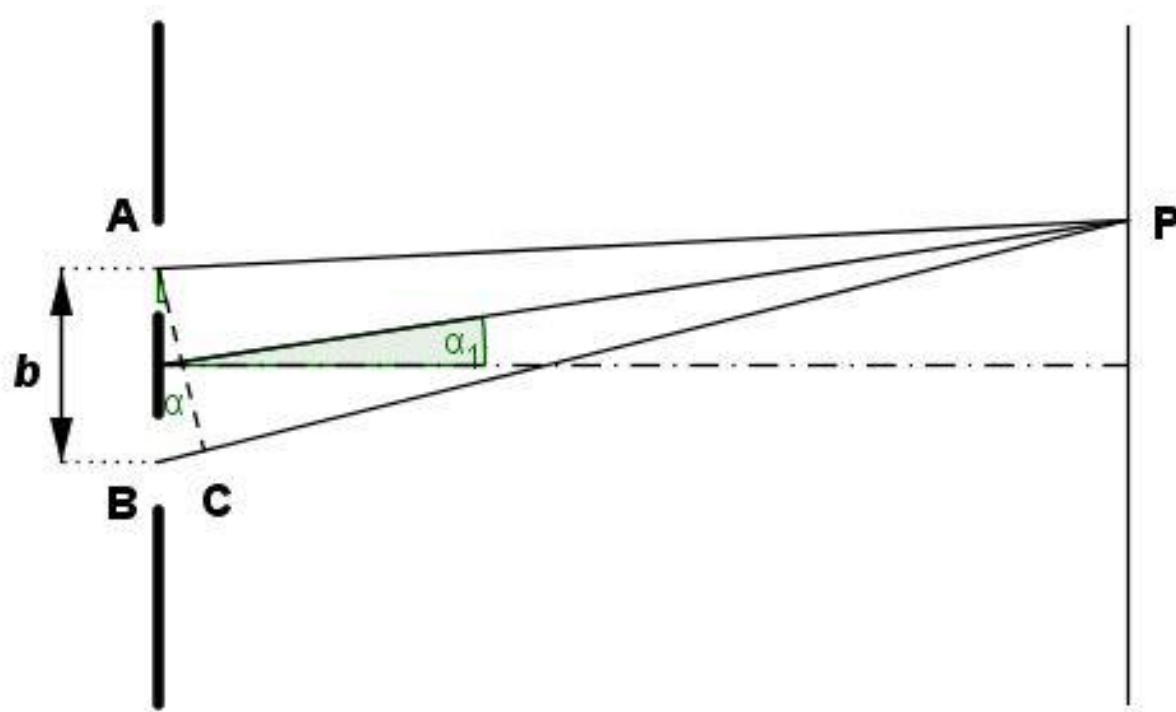
Interferenční maximum

$$2nd = (2k + 1) \cdot \frac{\lambda}{2}$$

Na mýdlovou bublinu ($n = 1,33$) dopadá kolmo svazek bílého světla. V odraženém světle převládá zelená barva ($\lambda = 532 \text{ nm}$). Jaká je nejmenší tloušťka mýdlové blány?

- a) $0,1 \text{ }\mu\text{m}$**
- b) $0,2 \text{ }\mu\text{m}$**
- c) $0,3 \text{ }\mu\text{m}$**
- d) $0,4 \text{ }\mu\text{m}$**

Ohyb světla (difrakce)



maximum

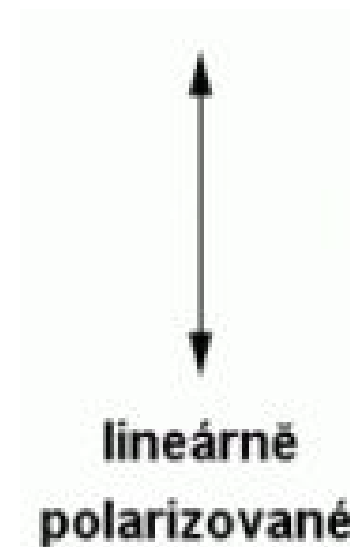
$$b \cdot \sin \alpha = 2k \frac{\lambda}{2}$$

minimum

$$b \cdot \sin \alpha = (2k + 1) \frac{\lambda}{2}$$

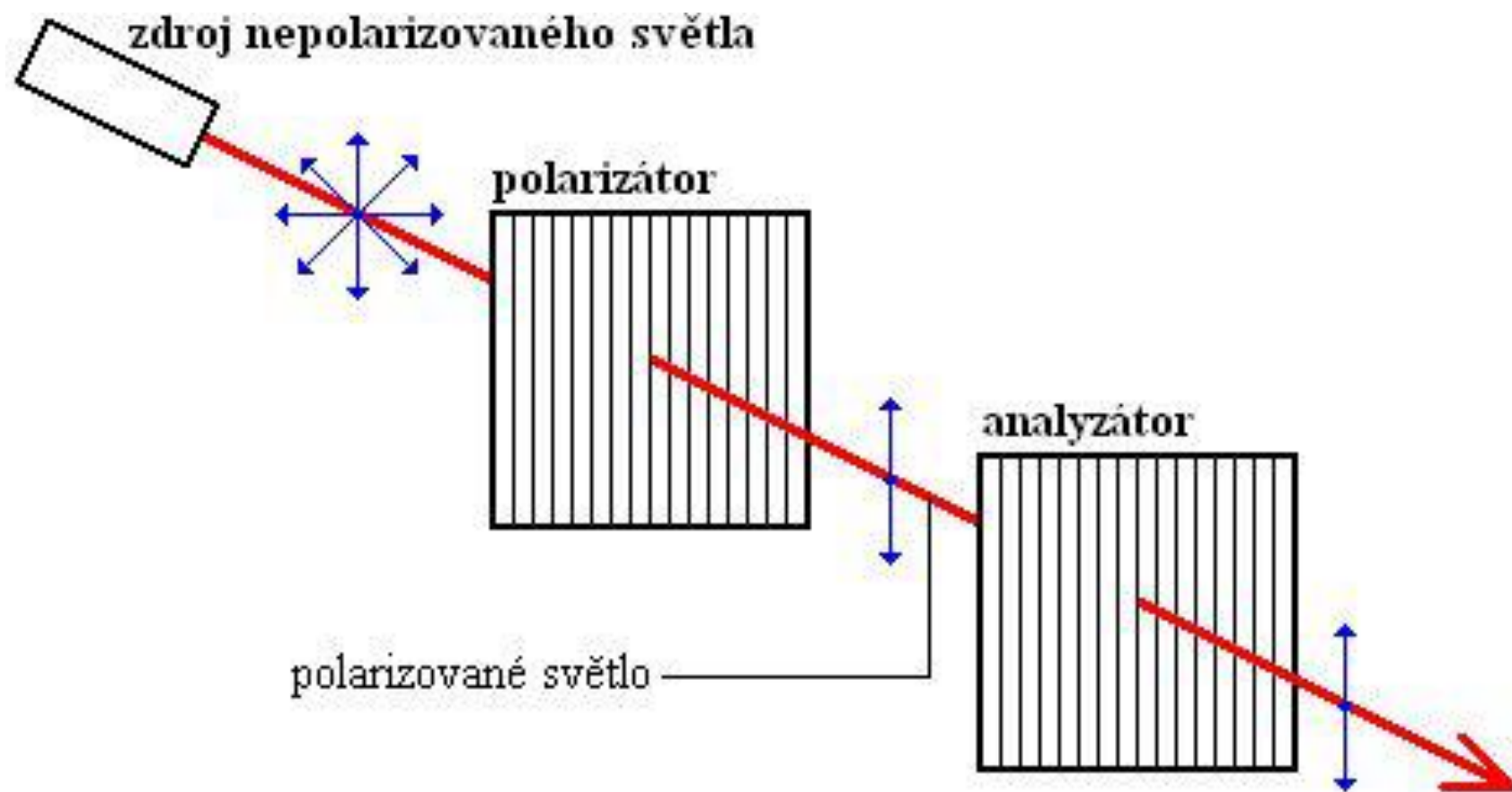
Polarizace

- světlo je příčné vlnění
- přirozené světlo kmitá ve všech směrech kolmých ke směru šíření – je nepolarizované
- světlo, které kmitá jen v jednom směru je
- lineárně polarizované



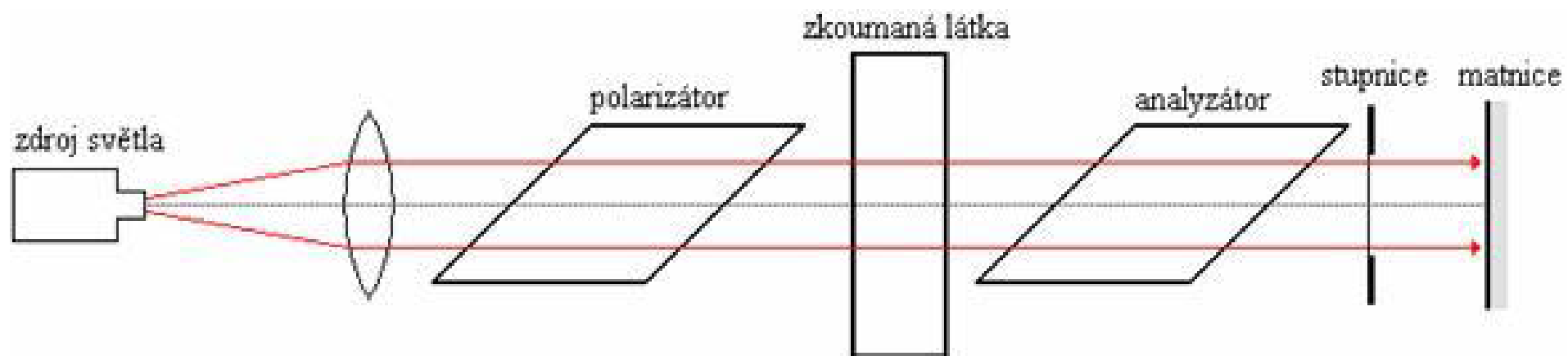
Polarizace:

odrazem, lomem, dvojlomem, polarizačními filtry.



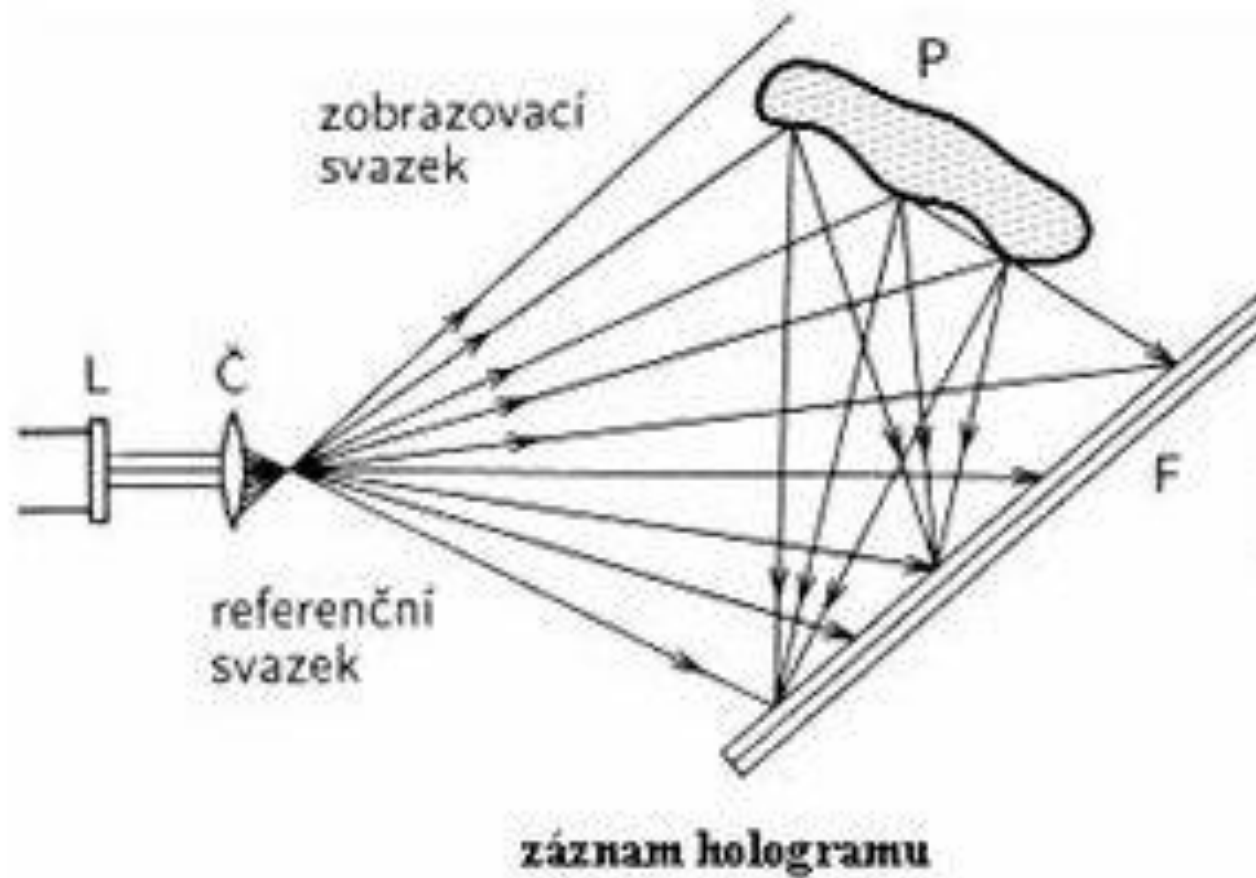
Využití:

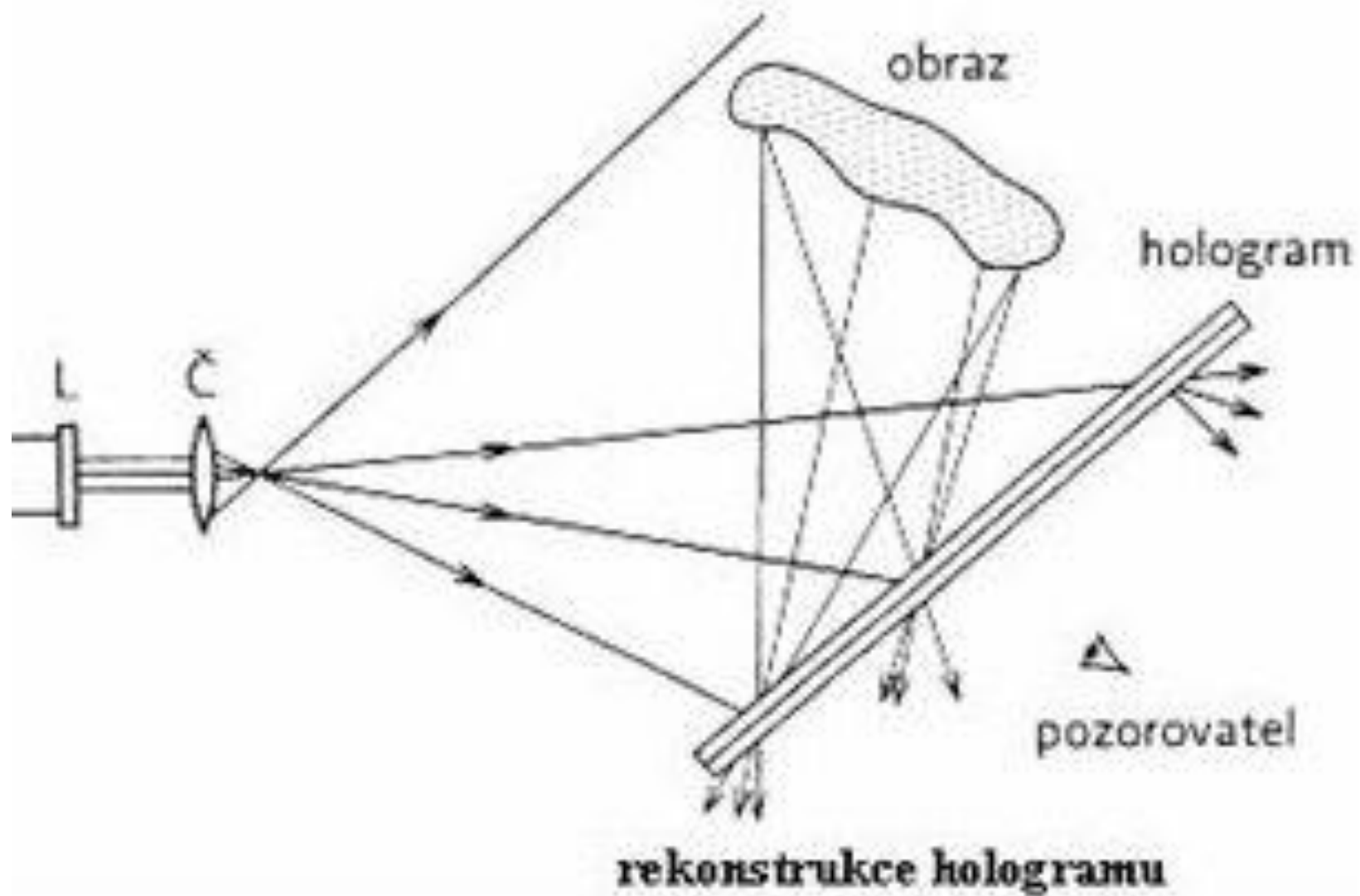
zkoumání opticky aktivních látek.





Holografie





Elektromagnetické záření

Šíření elektromagnetického pole, které se neustále mění v čase. Toto pole se šíří konečnou rychlostí.

S každým šířením se zároveň přenáší energie.

- **Hertzovy vlny**

dlouhé

střední

krátké

velmi krátké

- mikrovlny

- infračervené

- světlo

- ultrafialové

- rentgenové

- gama



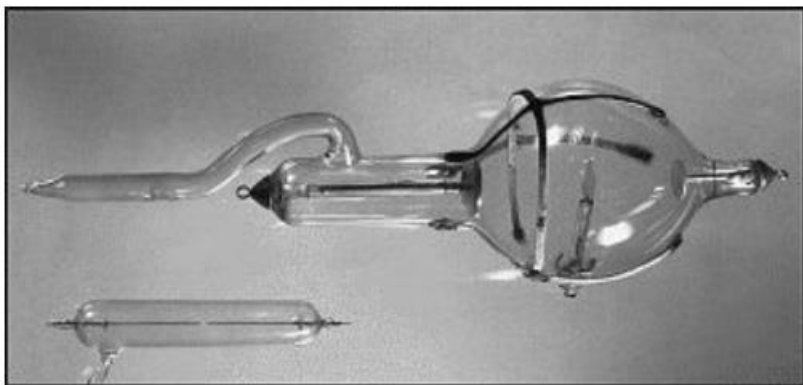
roste frekvence

roste energie

roste vlnová délka

Röntgenové záření

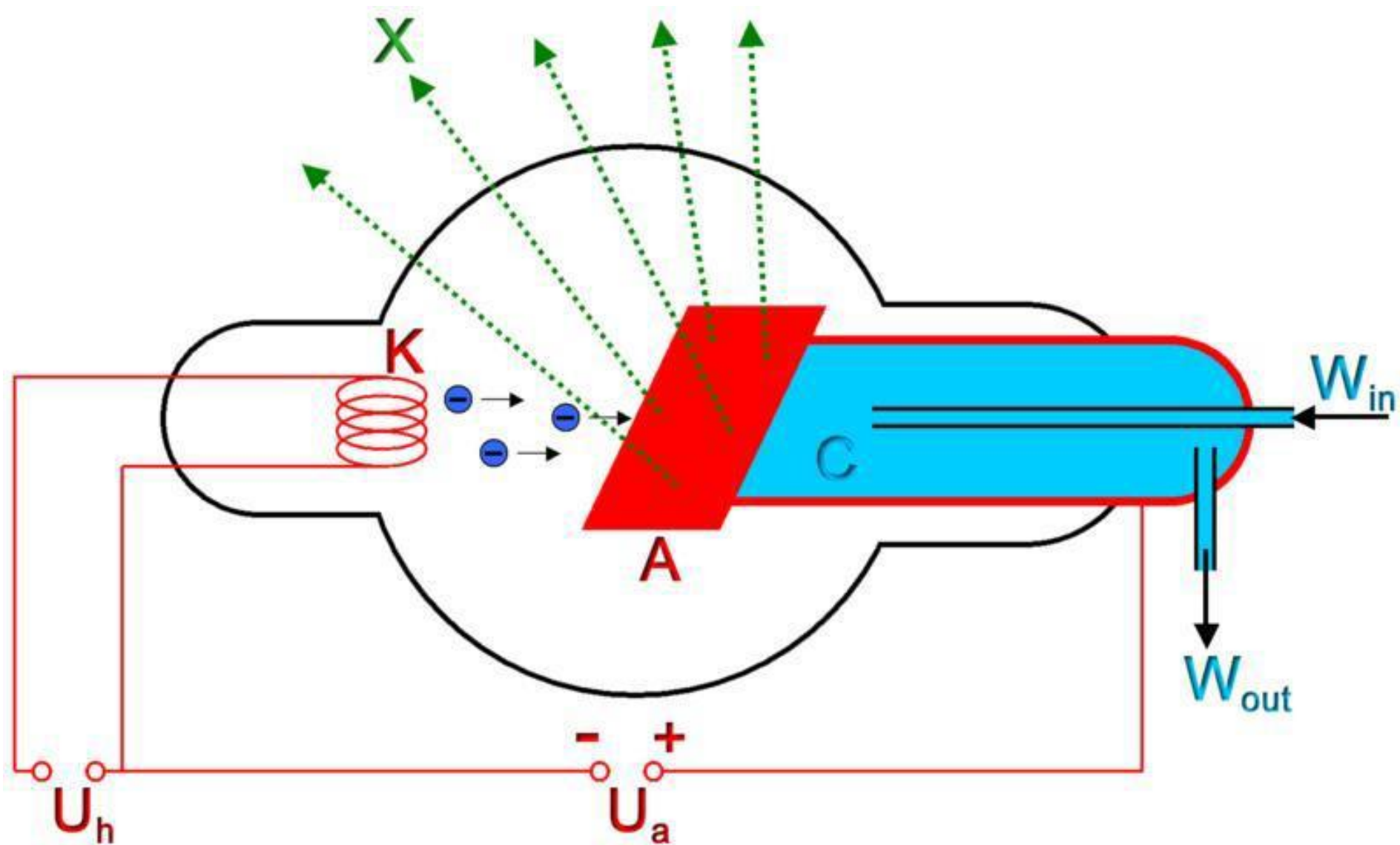
V listopadu roku 1895 objevil německý fyzik Wilhelm Conrad Röntgen při sérii pokusů s katodovým zářením „paprsky X“.



Záření z katodové trubice

- záření vzniká dopadem katodových paprsků na anodu, odkud se šíří přímočaře, vzduch je prakticky nezeslabuje.
- nevychyluje se elektrickým ani magnetickým polem.
- proniká i neprůhlednými látkami.
- látky je pohlcují tím víc, čím větší mají hustotu.
- ionizuje vzduch.
- pronikavost záření se zvýší zvýšením napětí na trubici.

- vyvolává luminiscenci.
- vyvolává biologické, chemické a genetické změny



Brzdné záření

Rychle letící elektrony se při dopadu na anodu náhle zastaví a jejich kinetická energie se přemění na energii fotonů RZ. Toto záření obsahuje všechny vlnové délky. Spektrum je *spojité*.

Charakteristické záření

Elektron dopadající na anodu může vyrazit elektron z nejvnitřnějších hladin atomu materiálu anody. Na uvolněné místo přejde jiný elektron z vnějších hladin za vyzáření fotonu RZ. Charakteristické záření má čárové spektrum.

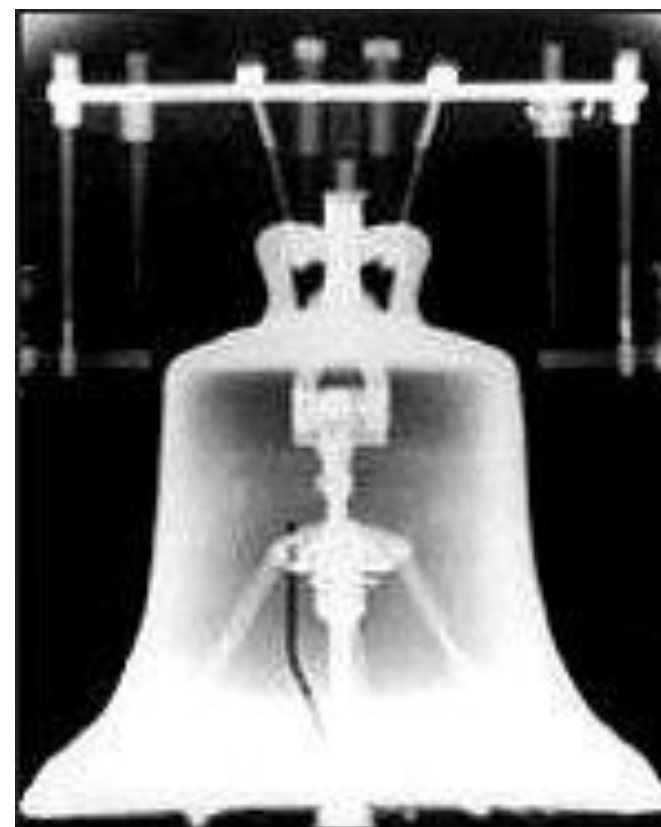
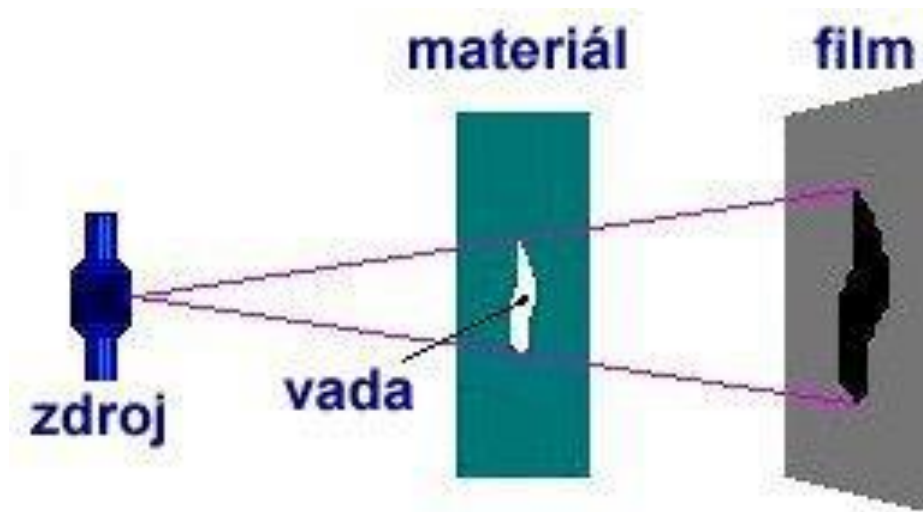




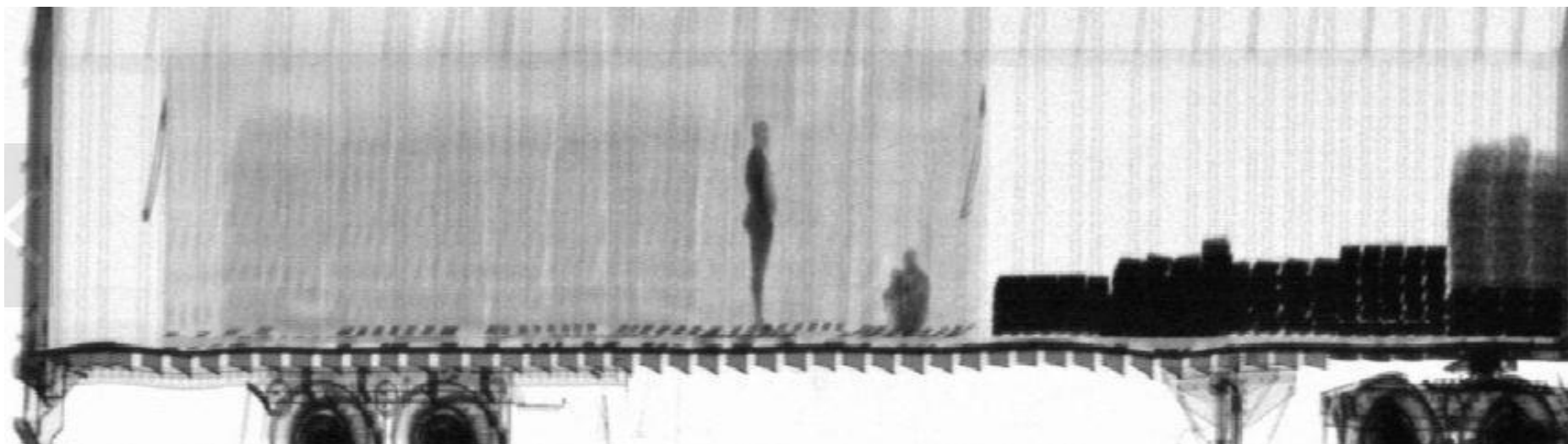


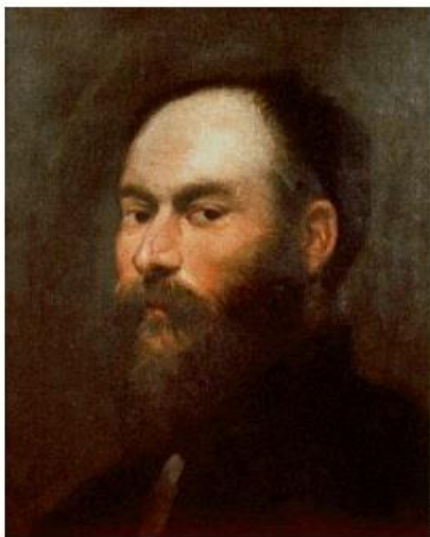
Tři rentgenové zdroje

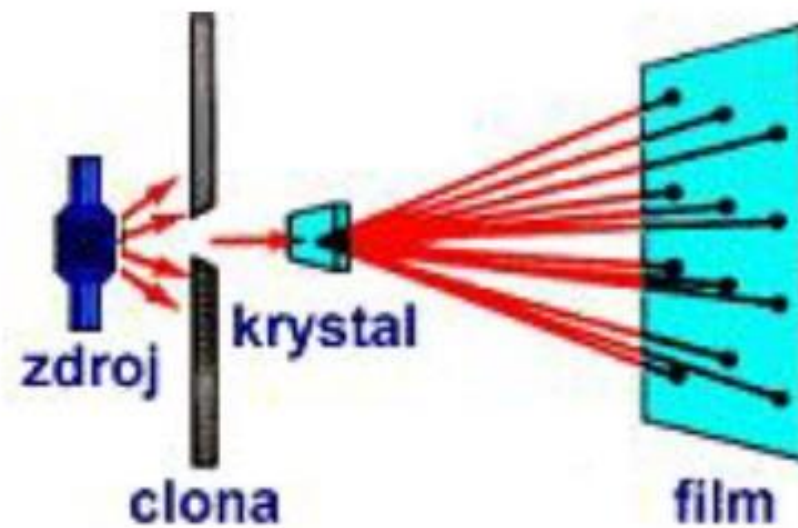
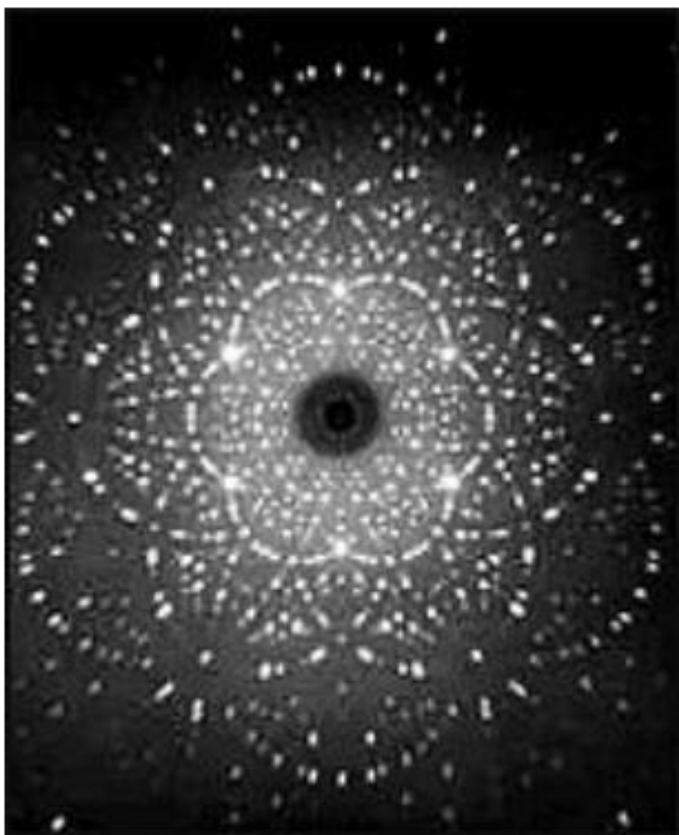












Aplikace

Medicína – diagnostika, radioterapie

Průmysl – defektoskopie, bezpečnostní rentgeny

Umění – odhalování padělků, zkoumání dalších vrstev

Studium struktury látek

Přenos energie zářením

Fotometrické veličiny vycházejí z toho, jak světlo působí na náš zrak.

Radiometrické veličiny popisují světlo měřením fyzikální energie záření pomocí přístrojů.

*„Nejlepší způsob jak se rozveselit,
je pokusit se rozveselit někoho jiného.“*
Mark Twain

Kolik energie se ze zdroje vyzáří celkem do všech směrů

světelný tok

$$\Phi$$

$$[\Phi] = \text{lm} \text{ (lumen)}$$

zářivý tok

$$\Phi_e = \frac{\Delta E}{\Delta t}$$

$$[\Phi_e] = \text{J/s} = \text{W}$$

Kolik energie se vyzáří na prostorový úhel

svítivost

$$I = \frac{\Delta\Phi}{\Delta\Omega}$$

$$[I] = cd$$

zářivost

$$I_e = \frac{\Delta\Phi_e}{\Delta\Omega}$$

$$[I_e] = W/sr$$

plný prostorový úhel je 4π sr

Kolik energie se vyzáří na plochu

osvětlení

$$E = \frac{\Delta\Phi}{\Delta S}$$

$$E = \frac{I}{r^2}$$

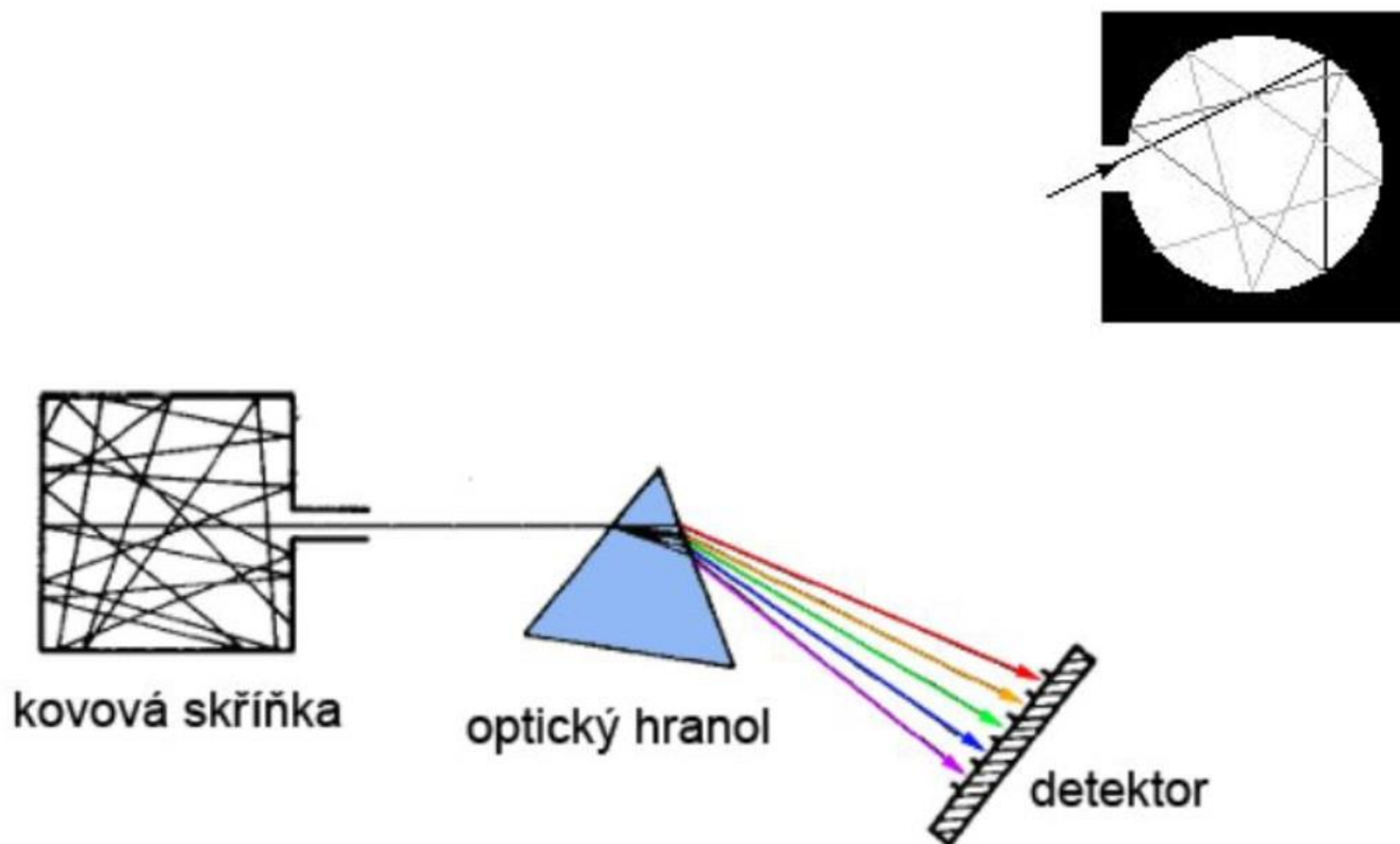
$$[E] = lx \text{ (lux)}$$

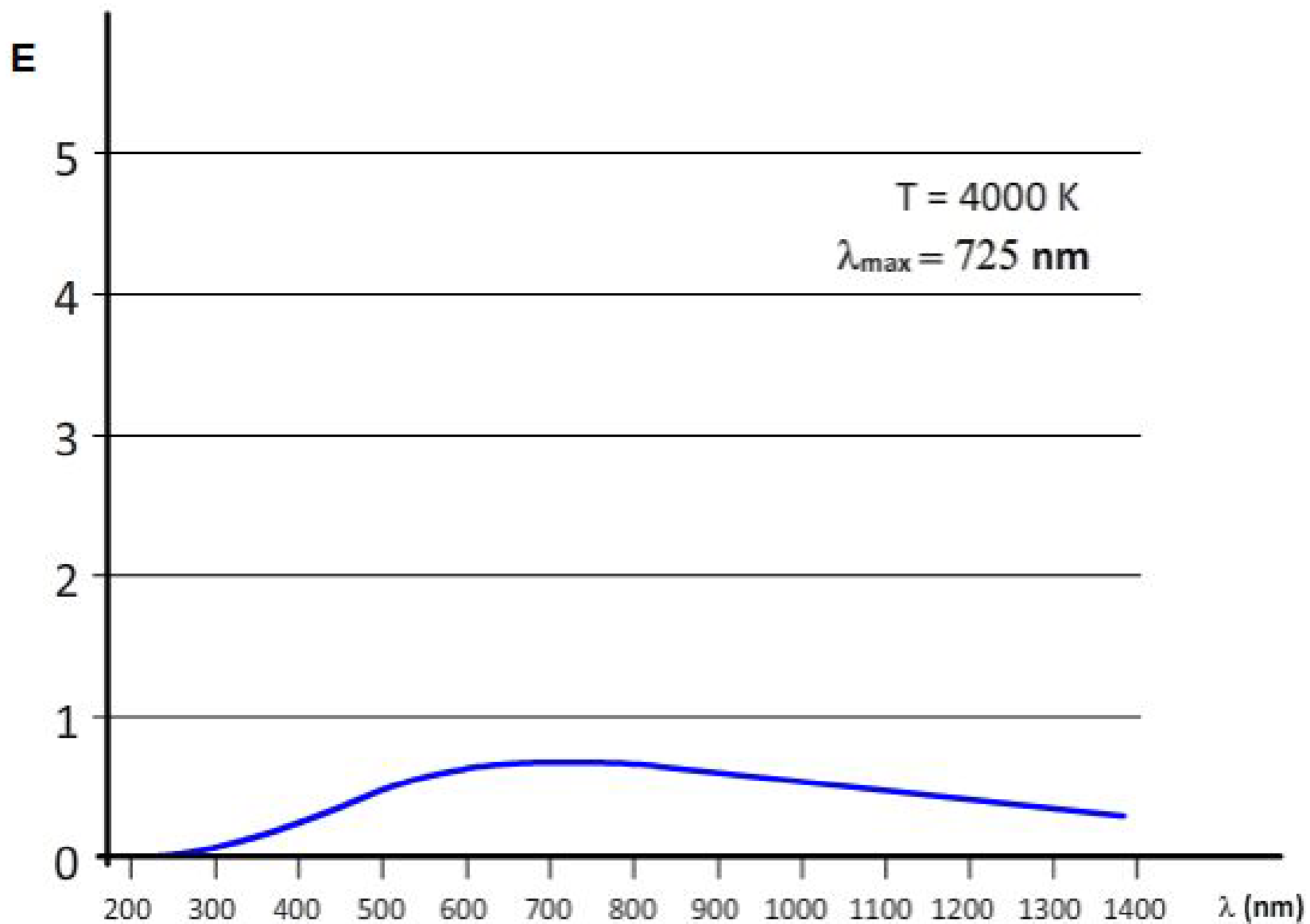
hustota zářivého toku
(intenzita vyzařování)

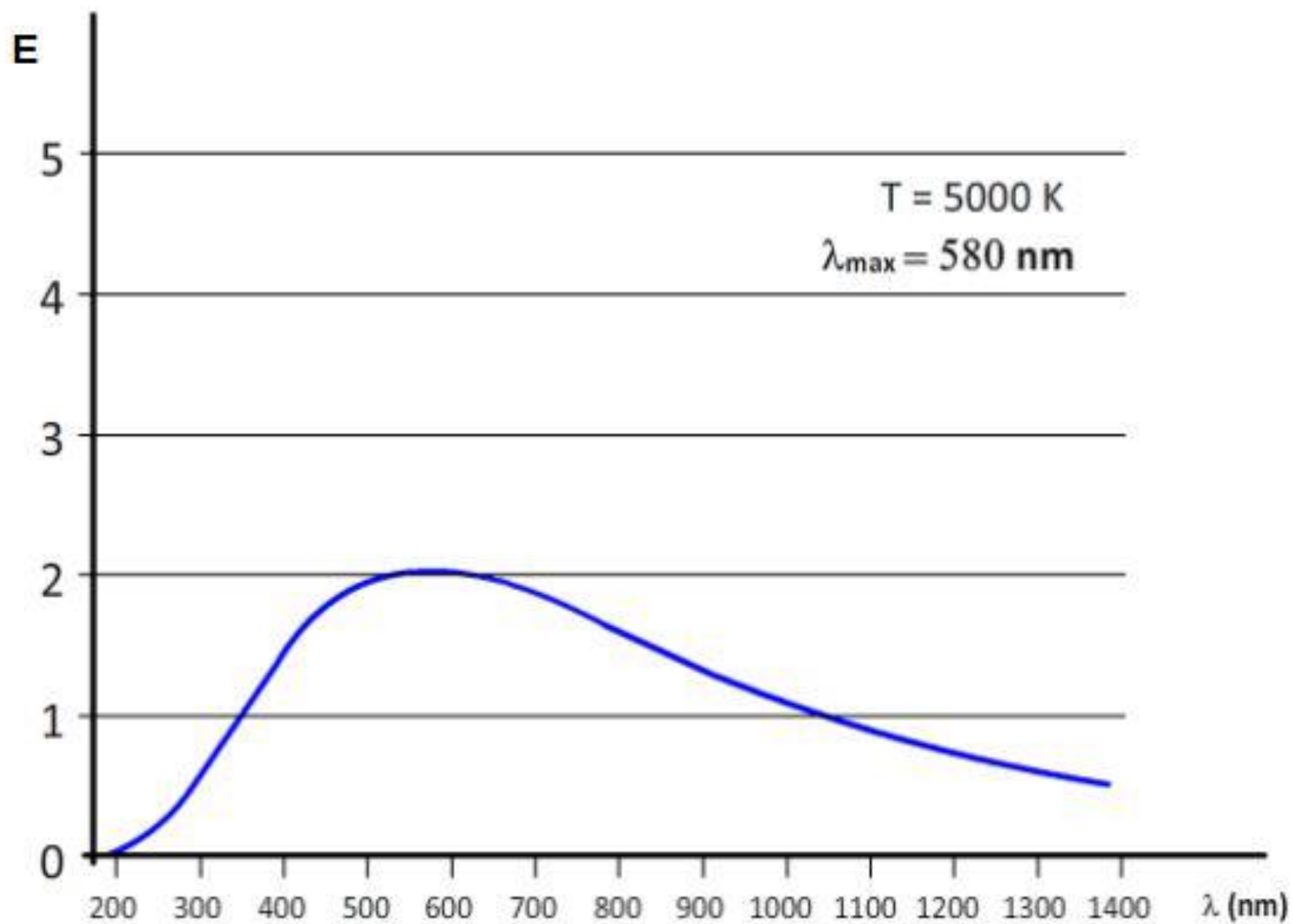
$$J_e = \frac{\Delta\phi_e}{\Delta S}$$

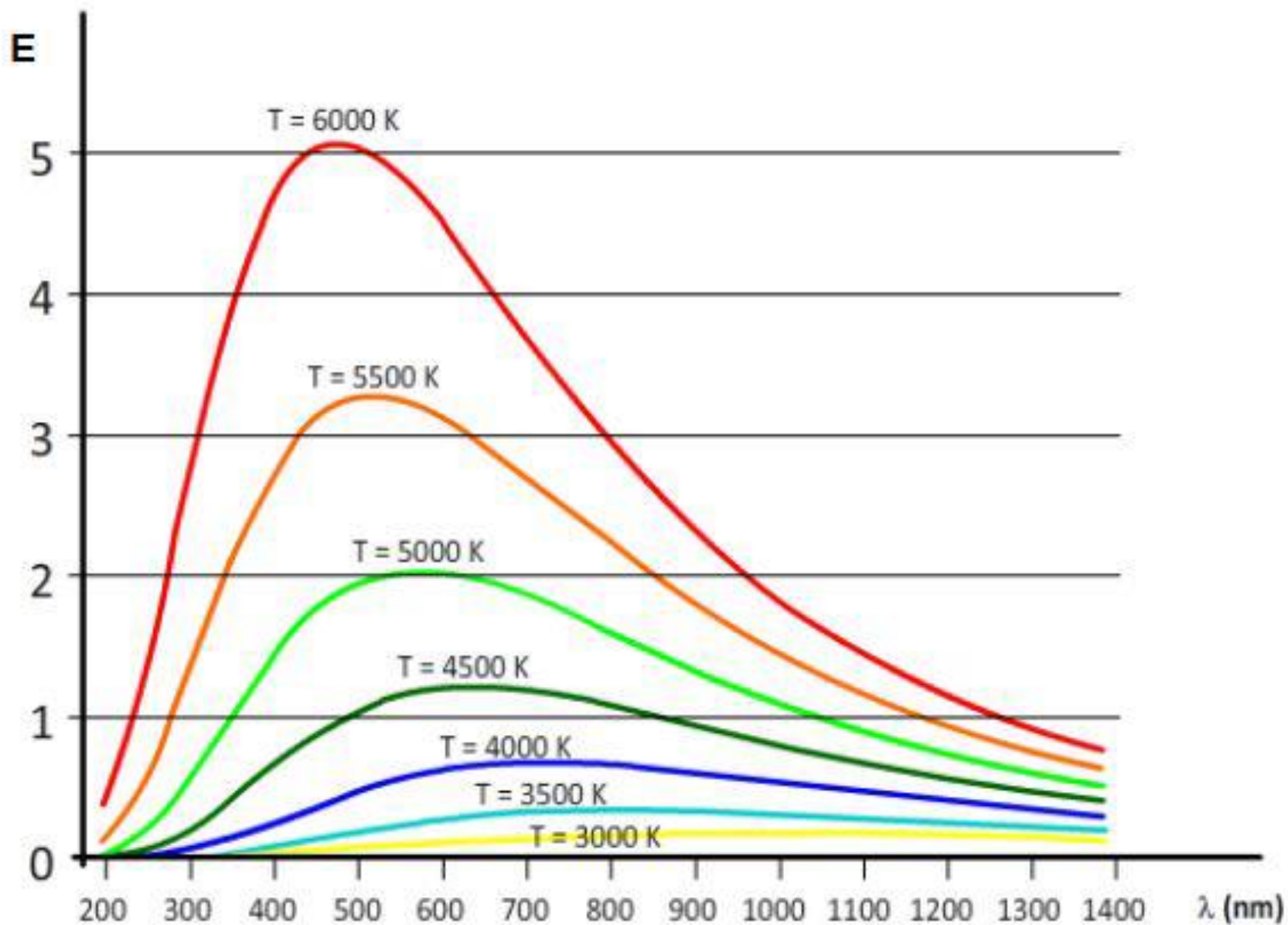
$$[J_e] = W/m^2$$

Záření černého tělesa









Vlnová délka záření, které je černým tělesem vyzařováno s největší intenzitou, je tím kratší, čím větší je termodynamická teplota tělesa.

Wienův posunovací zákon

$$\lambda_{\max} = \frac{b}{T}$$

Intenzita vyzařování černého tělesa závisí jen na jeho termodynamické teplotě a to tak, že je přímo úměrná její čtvrté mocnině.

Stefanův - Boltzmannův zákon

$$M = \sigma \cdot T^4$$

Planckův vyzařovací zákon

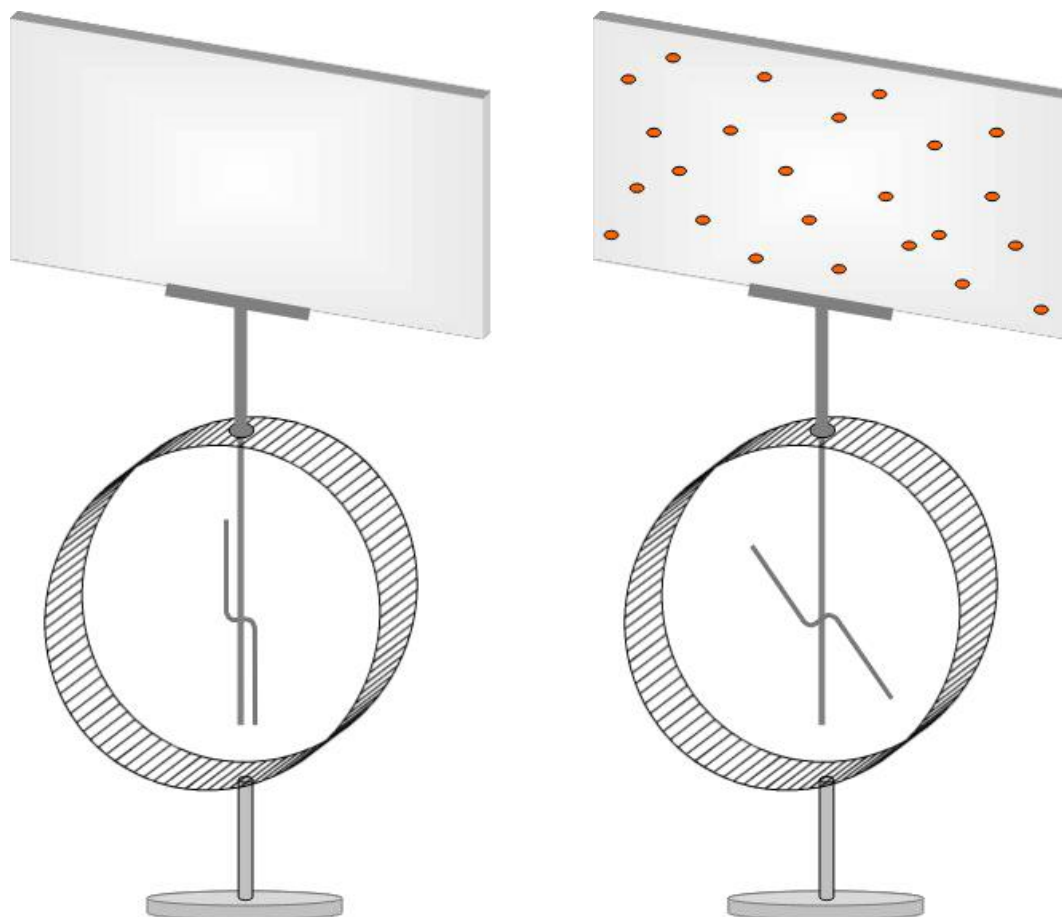
Energie elektromagnetického záření je vyzařována nebo pohlcována jen po celistvých kvantech energie.

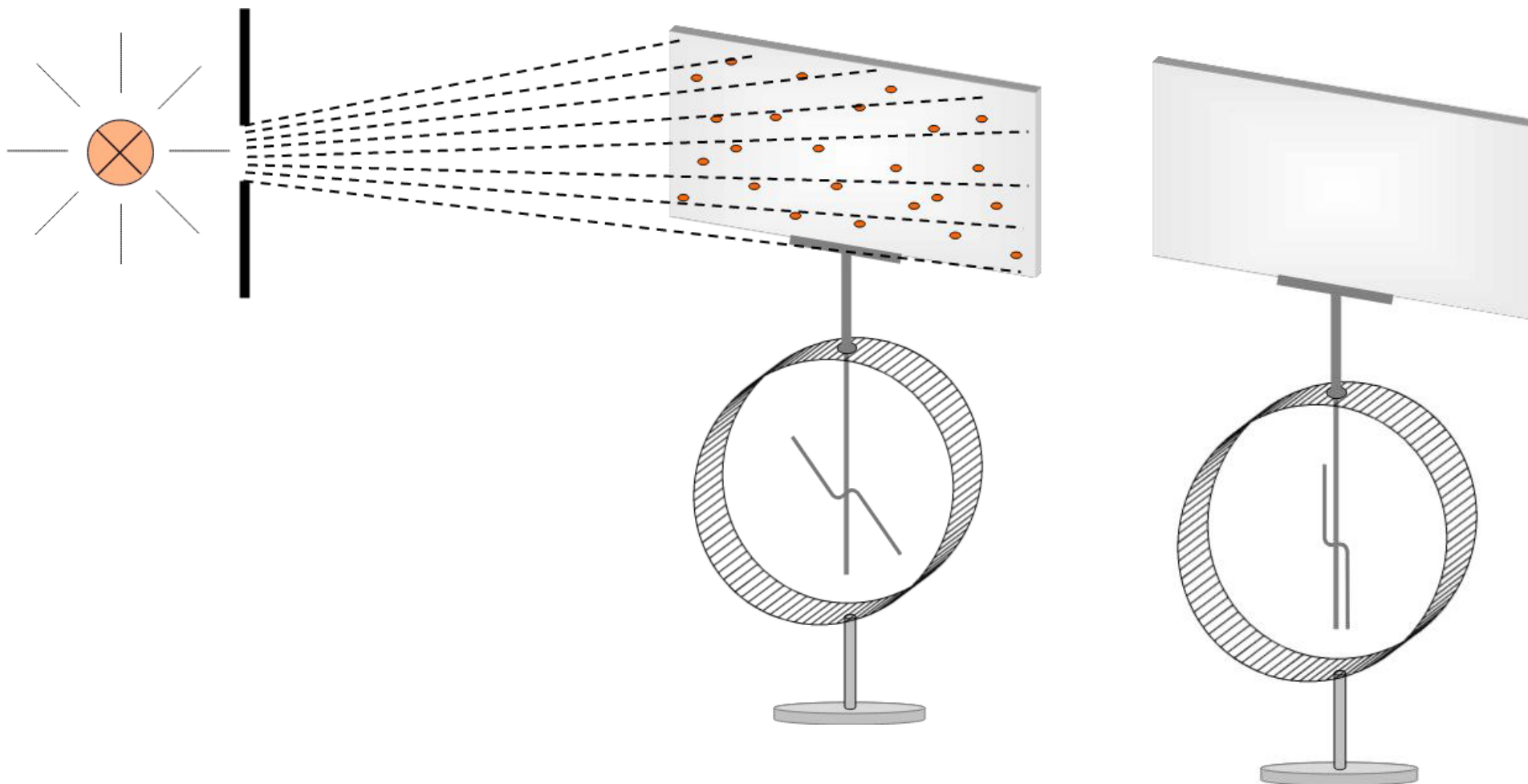
$$E = h \cdot f \quad h = 6,625 \cdot 10^{-34} \text{ J} \cdot \text{s}$$

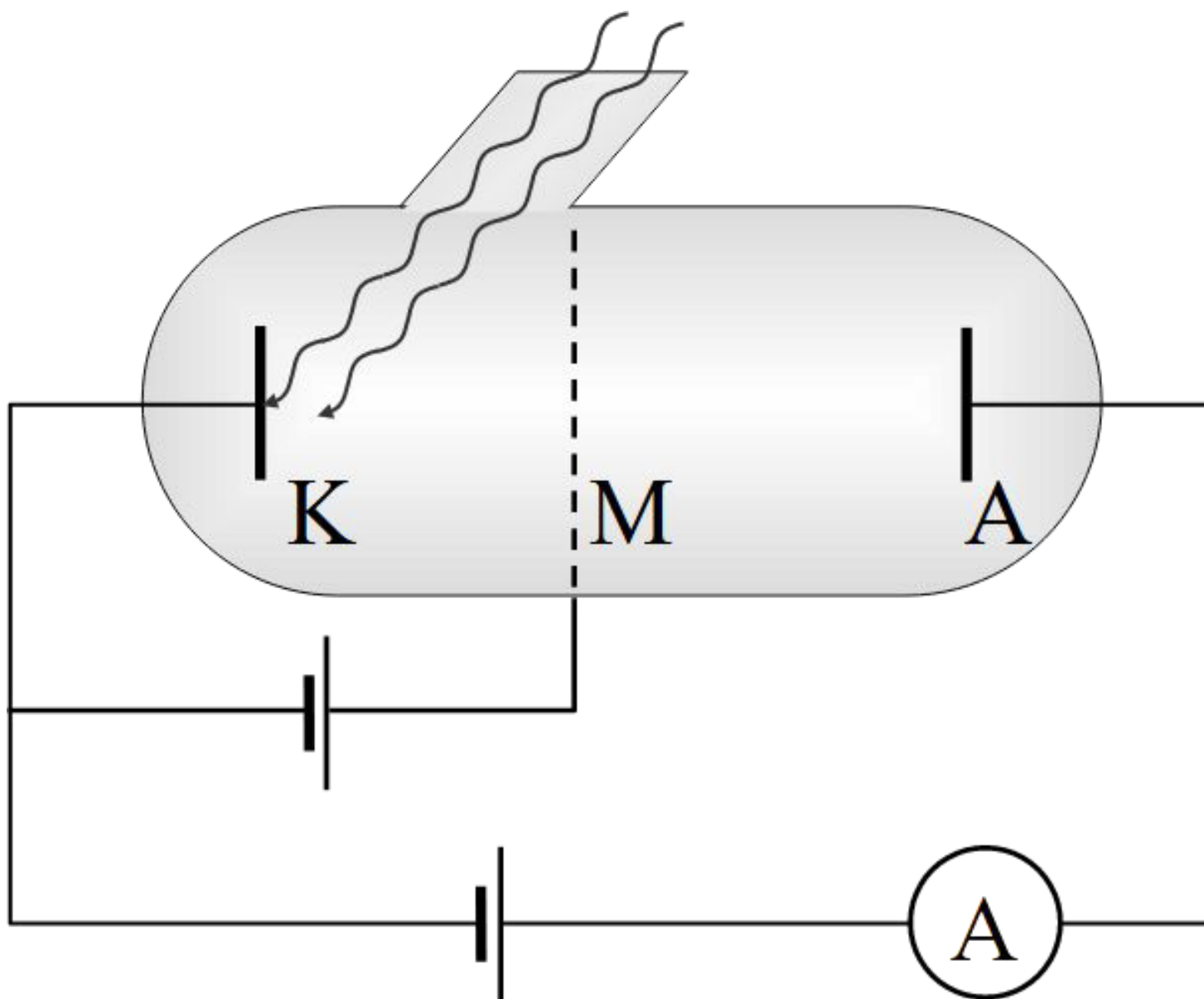
$$E = h \cdot f = h \cdot \frac{c}{\lambda}$$

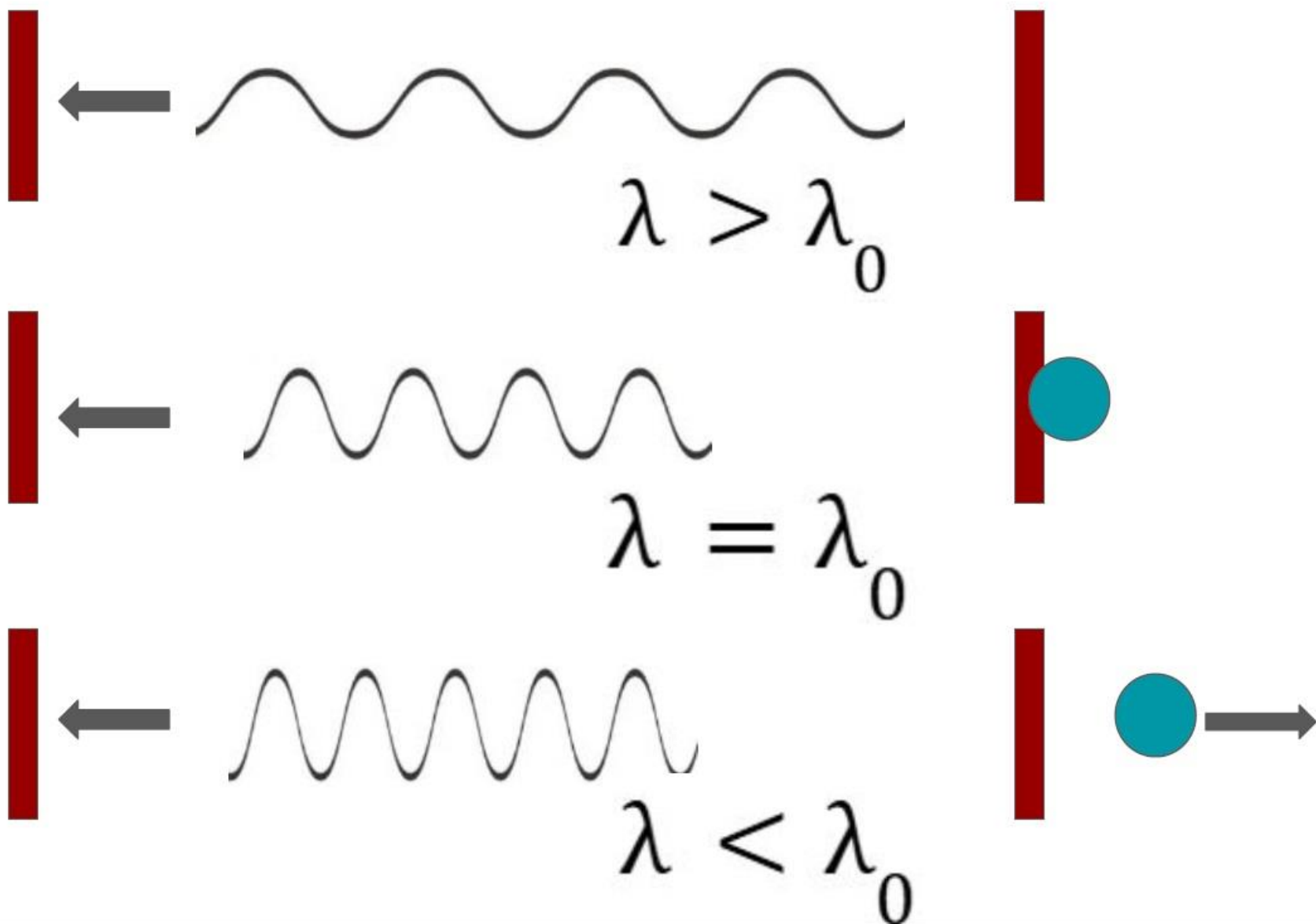
$$E = m \cdot c^2 = p \cdot c$$

Fotoelektrický jev (vnější fotoefekt)







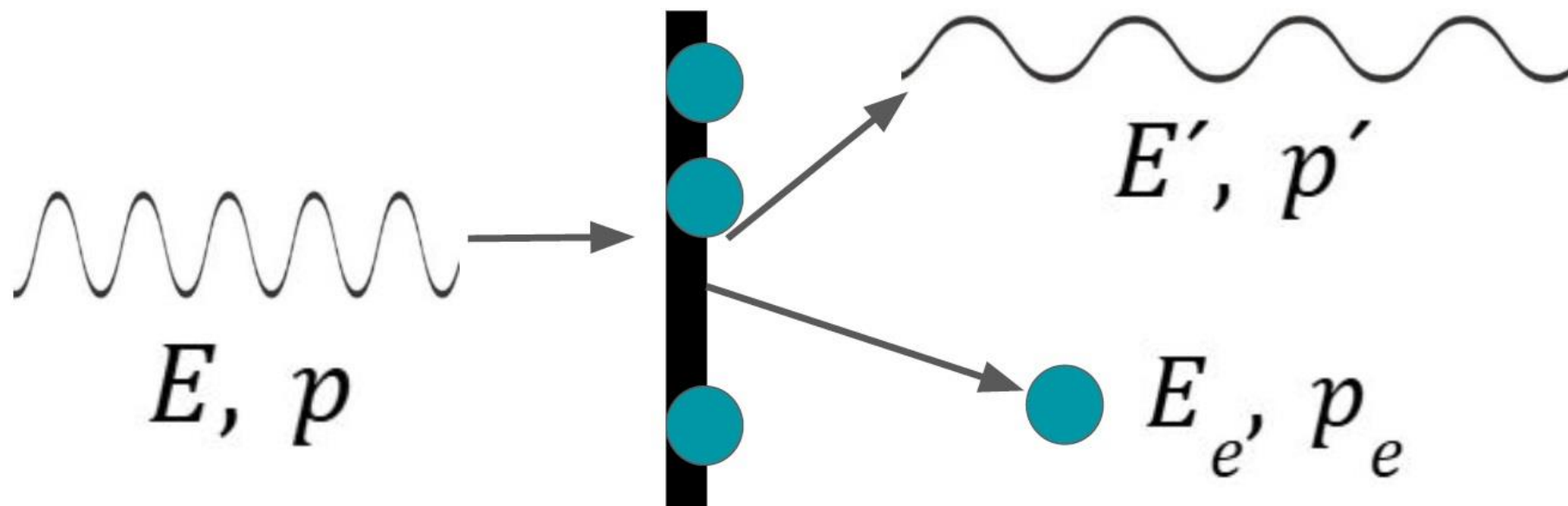


$$E = W' + E_k$$

$$h \cdot f = W' + \frac{1}{2} m_e v^2$$

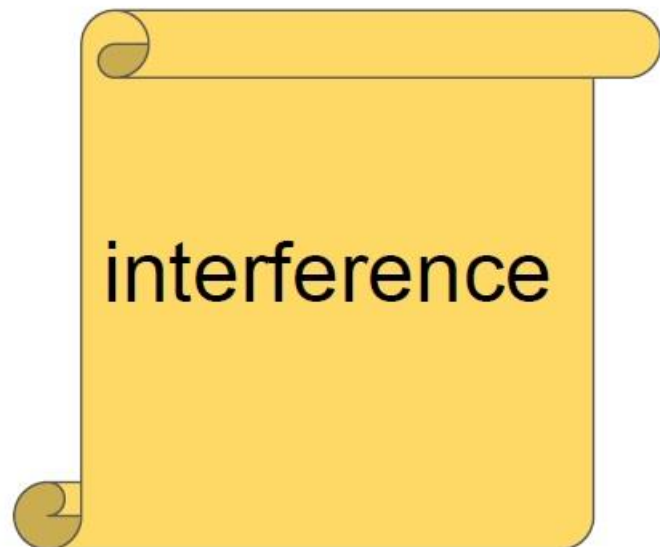
Comptonův jev

rozptyl rentgenového záření na volných elektronech



Co je elektromagnetické záření?

vlnění



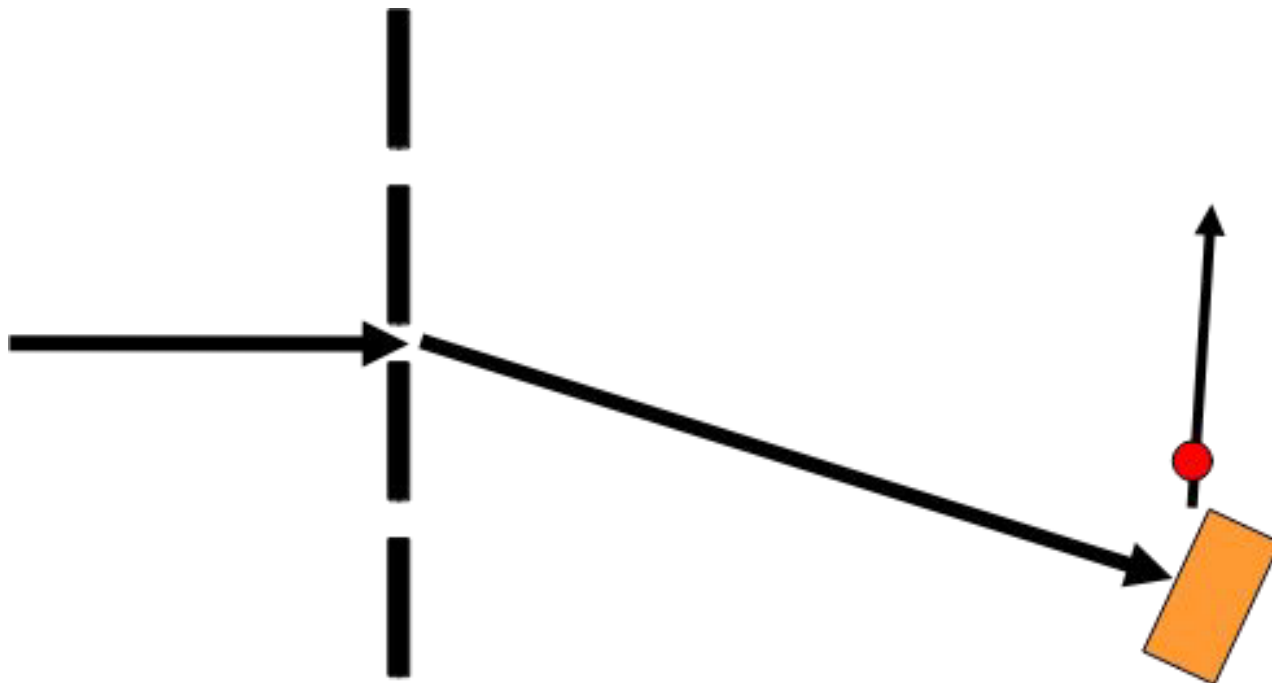
částice
(korpuskule)



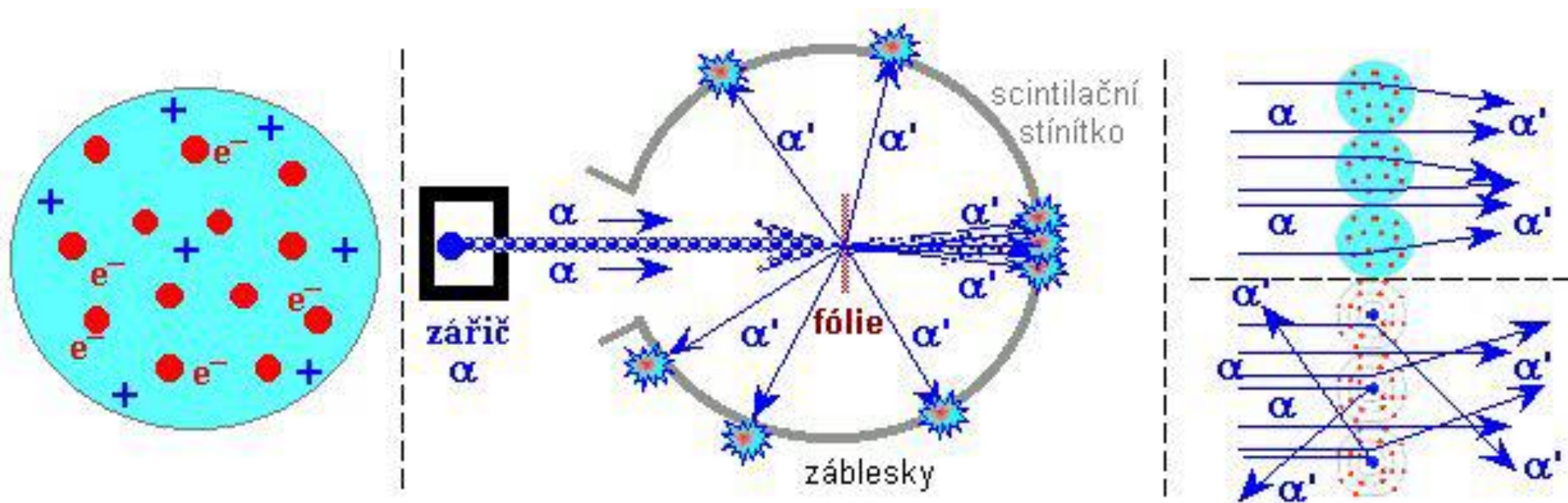
Elektromagnetické záření nemá zcela vyhraněné vlastnosti.

Vlnový a kvantový popis se vzájemně popisují.

dualismus vlna – částice



Ernest Rutherford



Rutherfordův model atomu

- planetární atom se skládá z malého, kladně nabitého jádra a z elektronového obalu.
- v jádru je soustředěna téměř veškerá hmotnost.
- elektrony obíhají kolem.

!! problém !!

Atomové jádro

Jádro tvoří centrální část atomu o průměru řádově 10^{-15} m a jeho hmotnost prakticky určuje celkovou hmotnost atomu.

Jádra se skládají z nukleonů (protonů a neutronů).

$$q = 1,602 \cdot 10^{-19} \text{ C}$$

$$m_p = 1,672 \cdot 10^{-27} \text{ kg}$$

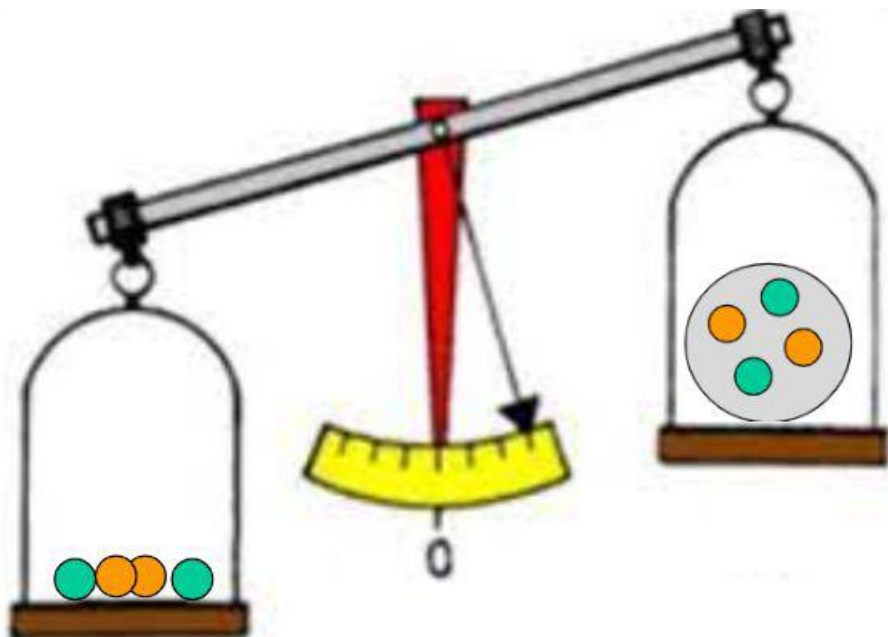
$$m_n = 1,675 \cdot 10^{-27} \text{ kg}$$



Jaderné síly

- 1) Jsou síly přitažlivé velmi krátkého dosahu (10-15m), značně překonávají síly elektromagnetického odpuzování.
- 2) Působí bez rozdílu mezi protony a neutrony.
- 3) Projevují vlastnost nasycení, působí na malý počet okolních nukleonů.

Klidová hmotnost jádra je menší než hmotnost nukleonů ve volném stavu.



B - hmotnostní schodek – rozdíl hmotností částic jádra ve volném stavu a klidové hmotnosti jádra.

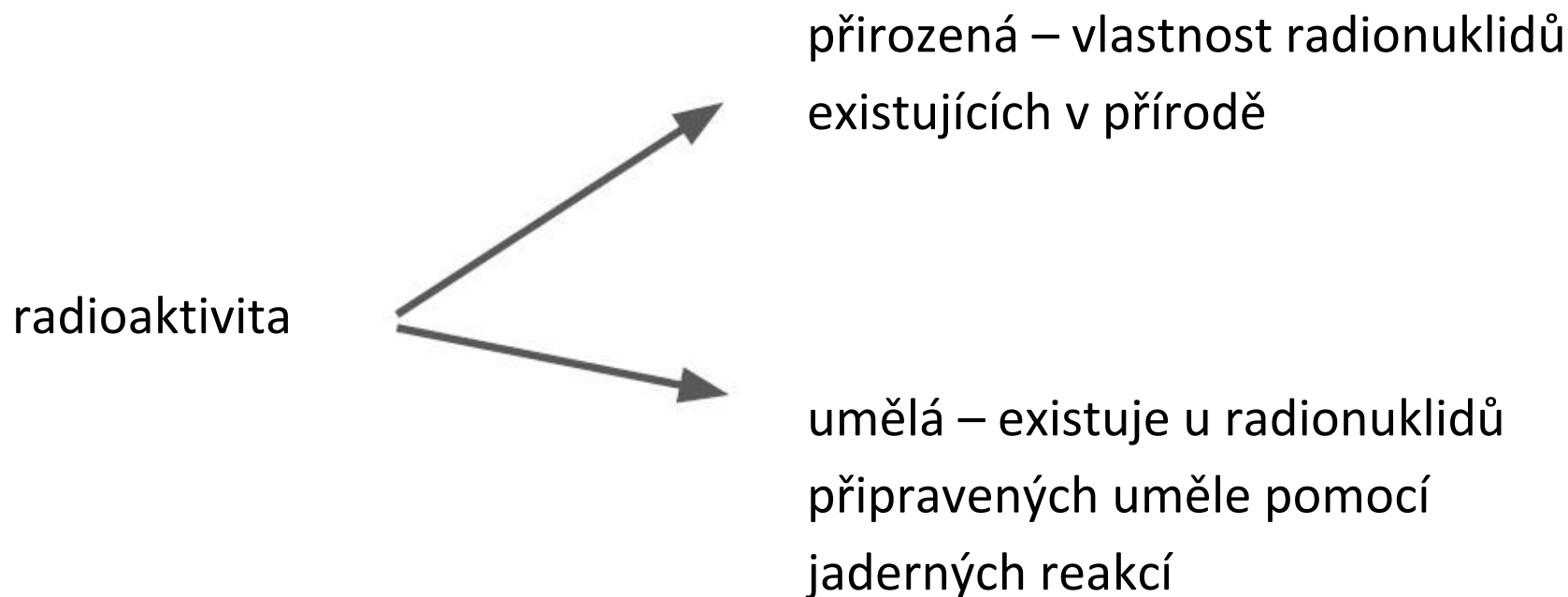
$$B = Zm_p + Nm_n - m_j$$

Vazebná energie $E_j = Bc^2$

Radioaktivita

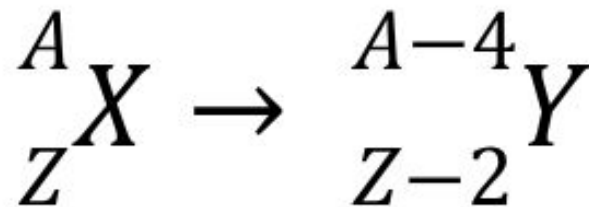
Jev, kdy se jádra atomů určitého prvku samovolně přeměňují na jádra jiného prvku, přitom vysílají vysokoenergetické záření.

Jádra vykazující tuto vlastnost se nazývají radionuklidy.



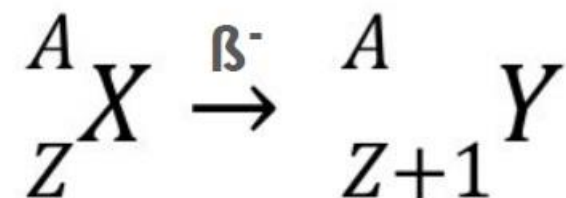
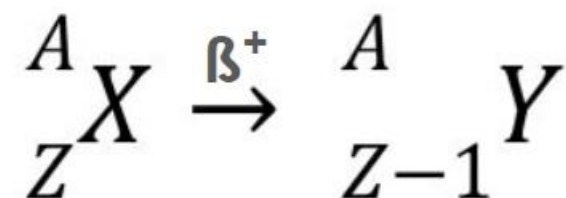
Záření α

- tvoří kladně nabitě heliony. Lze je vychýlit jak v elektrickém, tak v magnetickém poli.
- pohltí ho vzduch (cca 4 cm) nebo list papíru.
- má silné ionizační účinky.
- je nebezpečný při vdechnutí.



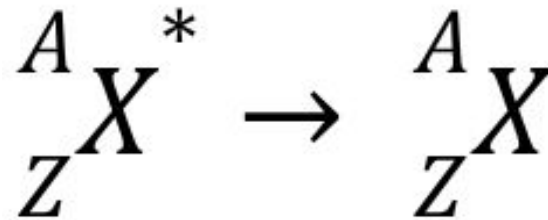
Záření β

- tvoří kladně nabité pozitrony, nebo záporně nabité elektrony.
- dají se snadno vychýlit v elektrickém i magnetickém poli.
- pohltí ho tenký hliníkový plech nebo vzduch (cca 2,5 m).
- má silné ionizační účinky.



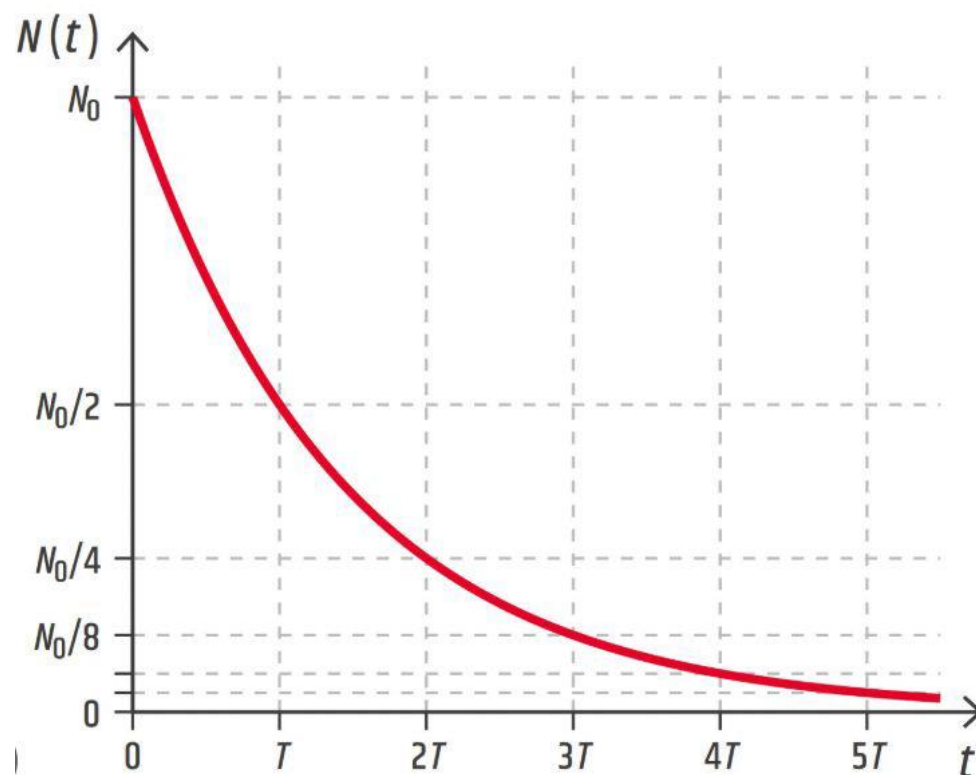
Záření γ

- tvoří fotony, tedy částice bez elektrického náboje.
- nelze je vychýlit v elektrickém ani magnetickém poli.
- nejpronikavější druh záření.
- zeslabí ho olovo nebo beton.



Aktivita A zářiče vyjadřuje počet radioaktivních přeměn za jednu sekundu.

Poločas přeměny T – doba, za kterou se přemění polovina jader radionuklidu. **Nejde nijak ovlivnit!**



$$A_t = A_0 \cdot \left(\frac{1}{2}\right)^{\frac{t}{T}} \qquad A_t = A_0 \cdot e^{-\lambda t}$$

$$\lambda = \frac{\ln 2}{T}$$

přeměnová konstanta

^{210}Po je zářič alfa. Poločas jeho rozpadu je 140 dní. Za jak dlouho bude vzorek obsahovat 75% olova Pb?

- a) 70 dní.**
- b) 140 dní.**
- c) 210 dní.**
- d) 280 dní.**

Vzorek obsahuje 106 jader radionuklidu s poločasem rozpadu 6 hodin. Kolik radioaktivních jader bude obsahovat za 1 den?

- a) 50000**
- b) 55000**
- c) 60000**
- d) 62500**

Jaderné reakce

platí při nich:

- zákon zachování energie.
- zákon zachování hmotnosti.
- zákon zachování hybnosti.
- zákon zachování nukleonového a protonového čísla.
- zákon zachování náboje.

Ostřelováním $^{37}_{17}\text{Cl}$ protonem vznikne $^{37}_{18}\text{Ar}$. Částicí uvolněnou při reakci je:

- a) helion.
- b) neutron.
- c) elektron.
- d) pozitron.

Silové interakce částic

silná - je zodpovědná za jaderné síly, které pohromadě jádro atomu.

elektromagnetická - působí mezi nabitými částicemi.

slabá - jejím příkladem je beta “rozpad”.

gravitační síla - v mikrosvětě zanedbatelně malá.

*„Zajímám se o svoji budoucnost,
protože v ní hodlám strávit zbytek života.“*

Charlie Chaplin

Pracovní list

Optika, fyzika atomu a jádra

Vliv albeda na ohřívání povrchu tělesa zářením

pomůcky: počítač s Graphical Analysis, stojan s klasickou žárovkou, bodový teploměr, kartičky s různým povrchem

albedo je míra odrazivosti povrchu - udává, jak velkou část dopadajícího záření (v našem případě z klasické žárovky) povrch odrazí zpět do prostoru; vyjadřuje se jako číslo v rozmezí od 0 do 1, popř. v procentech; nízká hodnota tedy znamená, že těleso téměř vše pohltí a naopak

úkol: porovnej albeda kartiček s různou barvou a povrchem

postup:

- spustíte Graphical Analysis, připojte teploměr, připevněte ho k podložce pod žárovku tak, aby se během experimentu neposouval
- přes Režim: Časová závislost... nastavte zastavit měření po 25 s
- vpravo nahoře stiskněte  (nastavení zobrazení) a zvolte ke grafu ještě hodnotu (upravte si velikost grafu; hodnota s aktuální teplotou je jen informační)
- než spustíte měření (Zahájit měření), podívejte se na hodnotu teploty, je potřeba, aby byla stejná na začátku všech následujících měření
- na konec čidla položte první kartičku
- spustíte měření, po 10 sekundách zapněte žárovku, po dalších 10 sekundách vypněte měření i žárovku (zbývajících 5 s je rezerva); kartičku položte bokem
- před dalším měřením je třeba dosáhnout stejné počáteční teploty!
- položte na čidlo další kartičku a měření zopakujte

pro porovnání je potřeba zobrazit všechna měření do jednoho grafu - klikněte u svislé osy na její název (teplota) a zatrhněte všechna měření (jednotlivé křivky mají různou barvu, je důležité si pamatovat, v jakém pořadí jste kartičky používali)
pomocí grafu seřadte kartičky podle jejich albeda VZESTUPNĚ

nejmenší albedo	
největší albedo	

Závislost radiace zářiče na vzdálenosti od detektoru

pomůcky: detektor radiace, pravítko, počítač s Graphical Analysis, zářič

úkol:

- 1) proměřte radiční pozadí; zjistěte jeho střední hodnotu
 - 2) ověřte závislost radiace na vzdálenosti zdroje od detektoru
- připojte detektor k počítači
 - vlevo dole vyberte tlačítko Režim: Časová závislost...; nastavte interval na 30 s a zastavit měření po 300 s; odsouhlaste
 - vlevo dole tlačítko ; vyberte nastavení grafu - zatrhněte body, zrušte čáry
 - spusťte měření - Zahájit měření

v grafu se vždy po 30 s objevují body

- po zastavení měření vyberte opět ; zvolte Zobrazit statistiky, poznamenejte střední hodnotu radiace

střední hodnota	
-----------------	--

- zářič nastavte na γ radiaci; umístěte ho 1 cm od detektoru



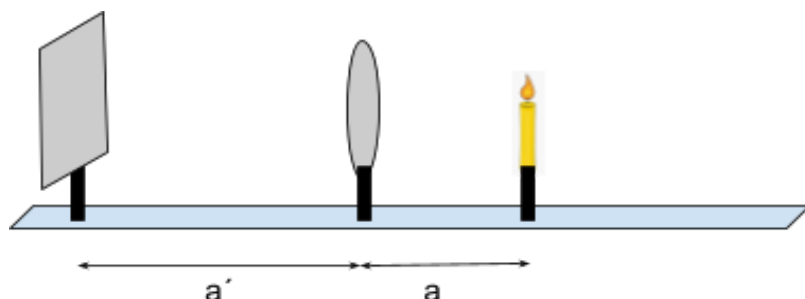
- spusťte měření a v okamžiku, kdy se po 30 s objeví v grafu bod, posuňte zářič o 1 cm dál
- po ukončení měření (po 300 s) vyplňte následující tabulku (nezapomeňte vždy odečíst průměrné hodnoty pozadí!)

průběh grafu (lineární, nepřímá úměra...)			
maximální hodnota		ve vzdálenosti	
minimální hodnota		ve vzdálenosti	

Určení ohniskové vzdálenosti čočky

pomůcky: pravítko, svíčka, čočka, stínítko

posouváním čočky či svíčky můžeme na stínítku získat ostrý obraz plamínku;
pomocí pravítka určíme předmětovou a obrazovou vzdálenost a z nich vypočítáme ohniskovou vzdálenost čočky ze vztahu $1/f = 1/a + 1/a'$
u každé čočky proveďte pro tři dané vzdálenosti svíčky od stínítka (tedy $a + a'$) tři měření, **měnit můžete jen polohu čočky**; hledejte zmenšený i zvětšený obraz



čočka A

vzdálenost sv. - st. $a + a'$ (cm)	předmětová vzd. a (cm)	obrazová vzd. a' (cm)	ohnisková vzd. f (cm)
45			
45			
40			
40			
35			
35			
průměrná ohnisková vzdálenost (zaokrouhlená na celé cm)			

čočka A

vzdálenost sv. - st. $a + a'$ (cm)	předmětová vzd. a (cm)	obrazová vzd. a' (cm)	ohnisková vzd. f (cm)
50			
50			
45			
45			
40			
40			
průměrná ohnisková vzdálenost (zaokrouhlená na celé cm)			

19.

Test

Optika, fyzika atomu a jádra

Určete pravdivé tvrzení: infračervené záření

- a) snadno proniká mlhou
- b) má vlnové délky kratší než 790 nm
- c) je využíváno slunečními kolektory
- d) ionizuje vzduch

Vzorek obsahuje 10^5 jader radionuklidu s poločasem rozpadu 1 minuta. Kolik jader se celkem přemění za 5 minut?

- a) 75750
- b) 85000
- c) 96875
- d) 98500

Ostřelováním $^{32}_{16}\text{S}$ neutronem vznikne $^{32}_{15}\text{P}$. Částicí uvolněnou při reakci je

- a) proton
- b) neutron
- c) deuteron
- d) helion

Pro silové vzájemné působení nukleonů v jádře atomu je rozhodující interakce

- a) elektromagnetická
- b) silná
- c) slabá
- d) gravitační

Při přechodu světla z vakua do optického prostředí s indexem lomu n se vlnová délka světla

- a) n -krát zmenší
- b) n -krát zvětší
- c) $(n-1)$ -krát zvětší
- d) nezmění

Při přechodu světla z vakua do optického prostředí s indexem lomu n se frekvence světla

- e) n -krát zmenší
- f) n -krát zvětší
- g) $(n-1)$ -krát zvětší
- h) nezmění

Jednotkou optické mohutnosti je

- a) m^{-1}
- b) rad/m
- c) rad.m
- d) m

Barevná vada čoček spočívá v tom, že

- a) různé barvy bílého světla se různě absorbují
- b) čočky jsou nehomogenně zbarvené
- c) barvy bílého světla se lámou do různých ohnisek
- d) na okrajích čočky se objevují barevné pruhy

Průhledným prostředím v oku je:

- a) čočka
- b) oční mok
- c) duhovka
- d) sklivec

Na sítnici se tvoří přiměřeně osvětlený obraz adaptací

- a) čočky
- b) rohovky
- c) cévnatky
- d) duhovky

Opticky aktivní látky

- a) samovolně emitují fluorescenční záření
- b) stáčí rovinu lineárně polarizovaného světla
- c) zbarvují pokožku
- d) mění barvu po ozáření bílým světlem