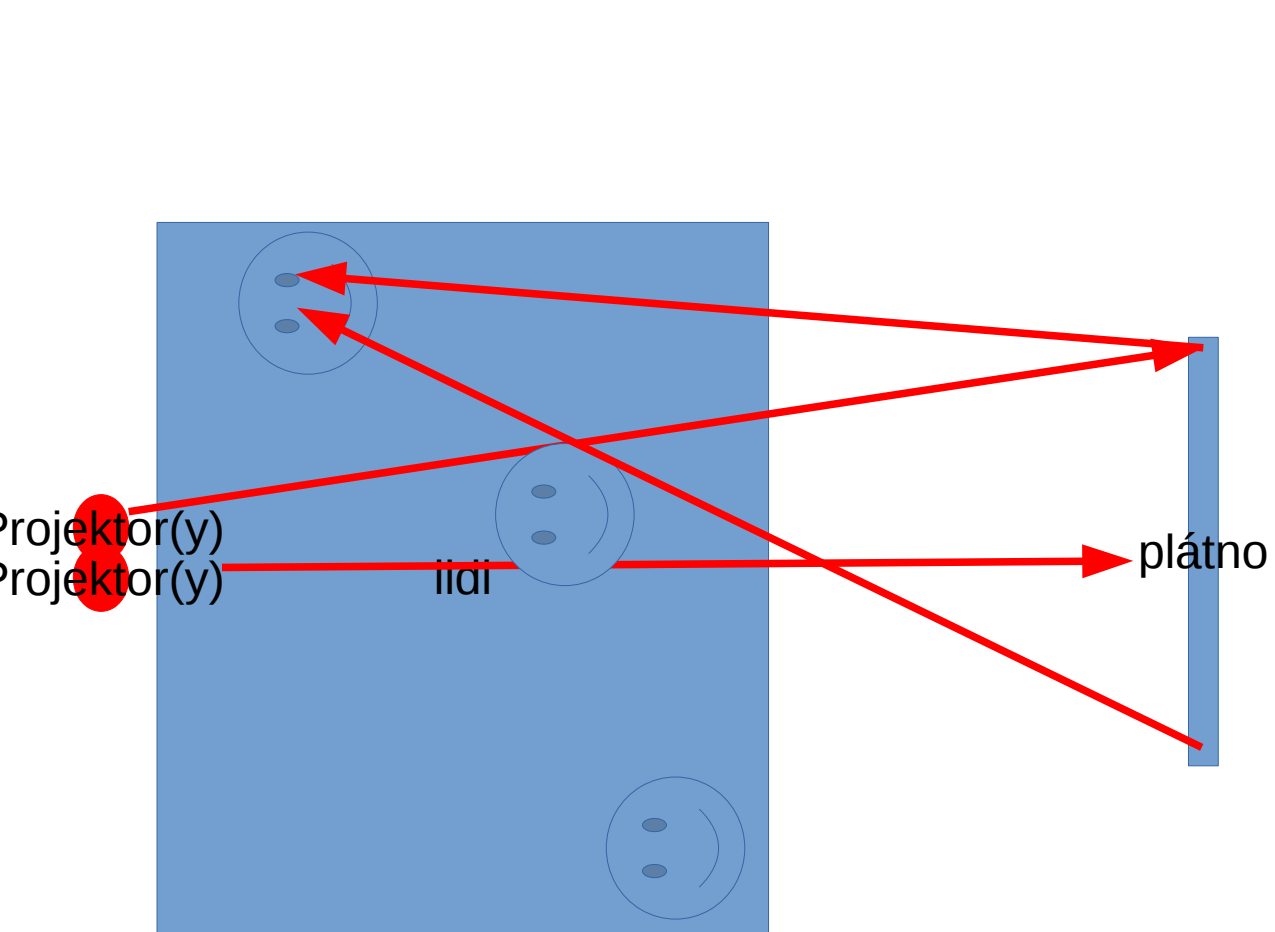
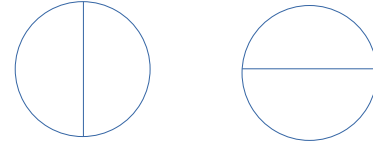


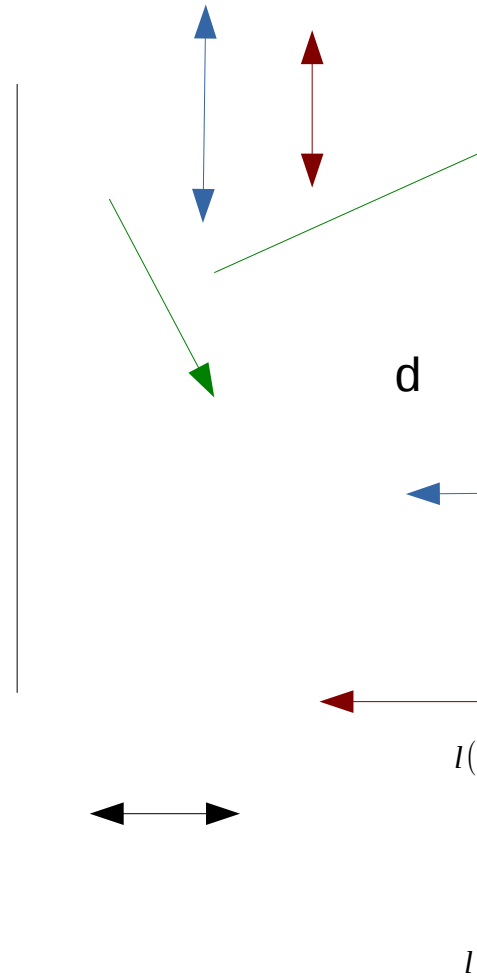
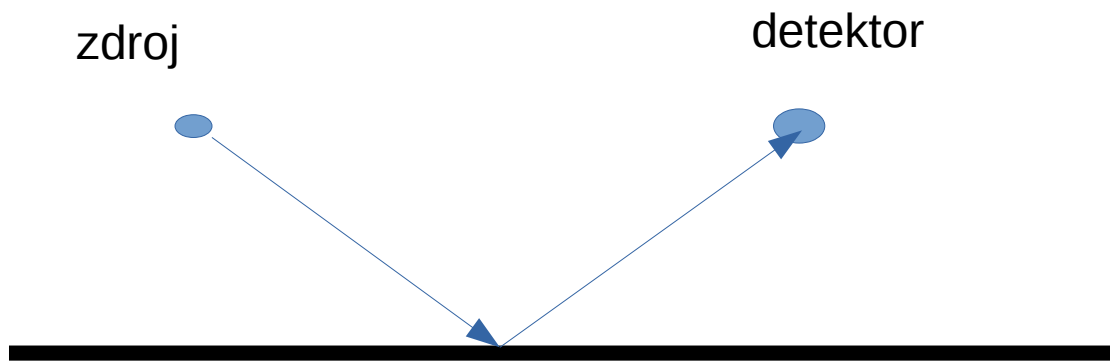
3D kino



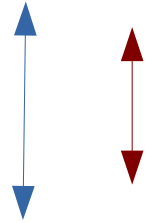
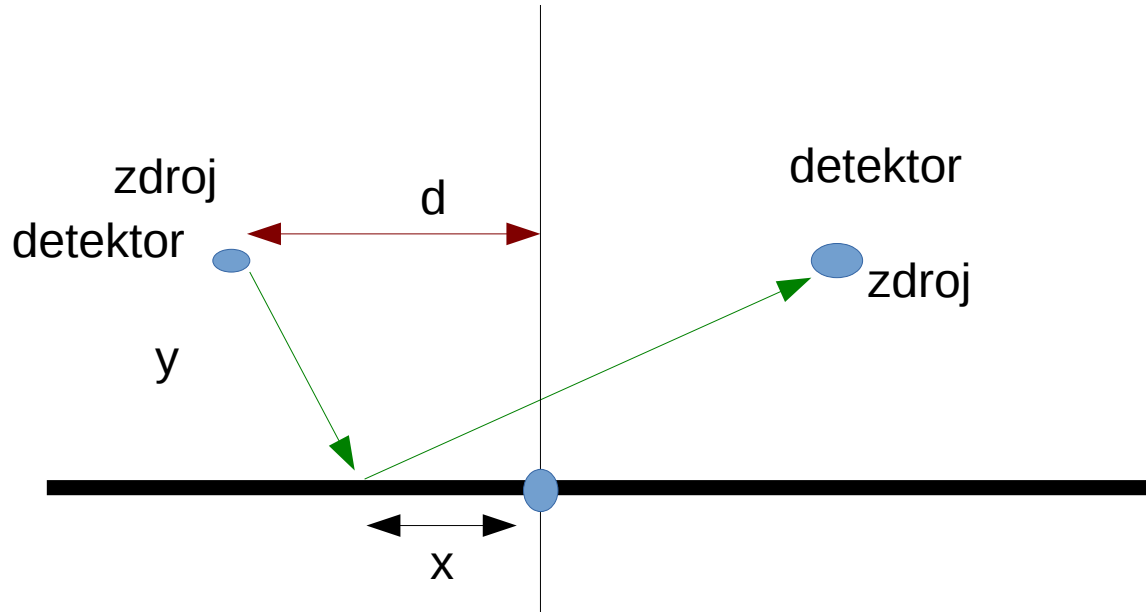
brýle



Důkaz zákona odrazu



Důkaz zákona odrazu



$$l(x) = \sqrt{(d-x)^2 + y^2} + \sqrt{(d+x)^2 + y^2}$$

$$l(x) = \sqrt{(d-x)^2 + y^2} + \sqrt{(d+x)^2 + y^2}$$
$$\frac{dl(x)}{dx} = 0 \rightarrow \dots$$

Průchod světla nehomogenním prostředím

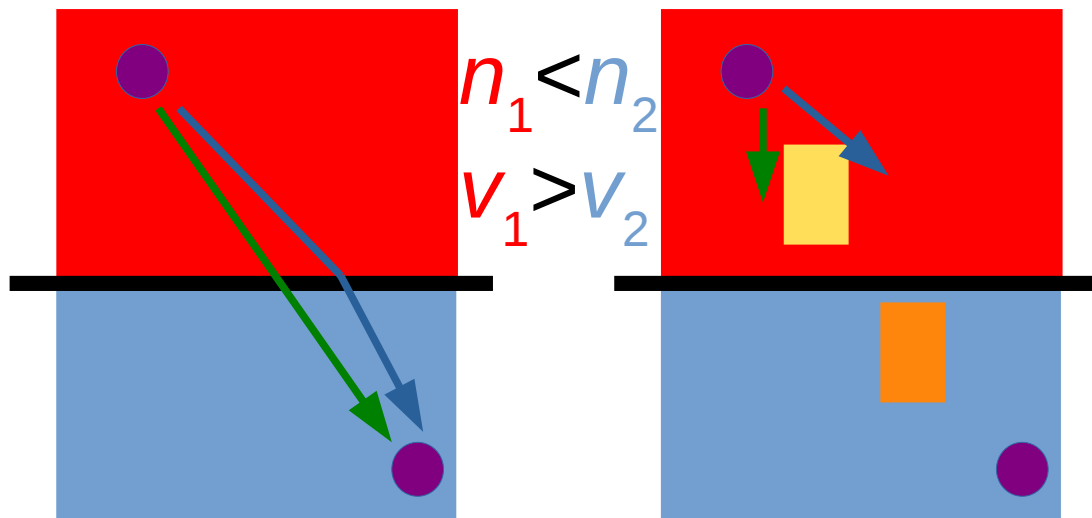
Fermatův princip: světlo se od zdroje k pozorovateli šíří nejrychlejší cestou.

Důsledky: Odkud si myslí pozorovatel, že se to světlo šíří?

- zákon odrazu
- zákon lomu (Snellův zákon)
- přeludy a další jevy v atmosféře

Refrakce či totální odraz:

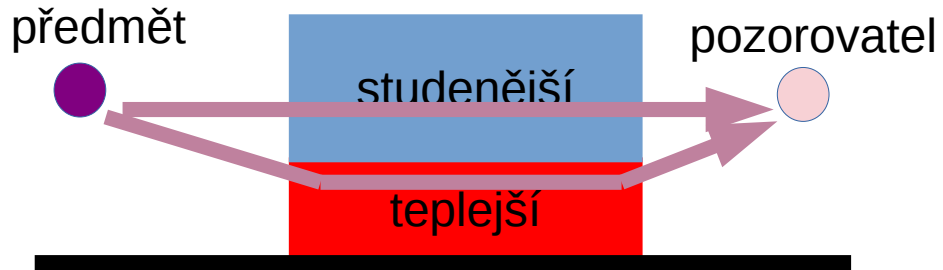
Haló, duha, koróna, a další optické atmosférické jevy...



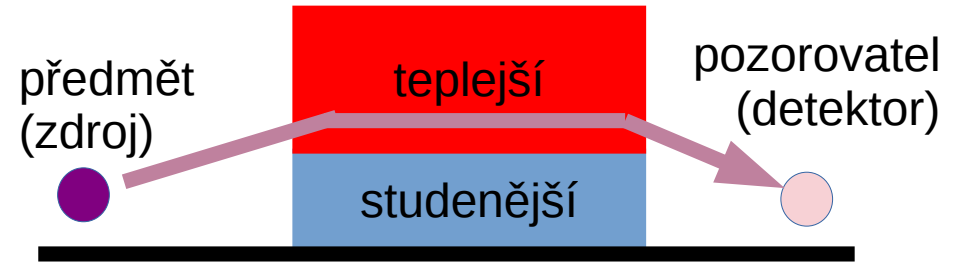
Průchod světla teplým/studeným vzduchem

Index lomu vzduchu klesá s rostoucí teplotou (teplejším vzduchem se světlo šíří rychleji), vliv vlhkosti se dá zanedbat, platí $n(p,T) = 1 + \text{malá_konst} * p/T$ (cca $1e-7$)

Inferior mirage
(spodní přelud, spodní zrcadlení)

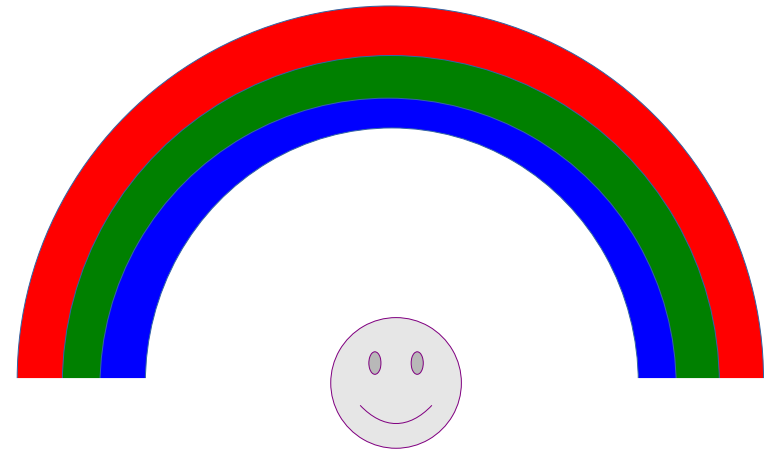
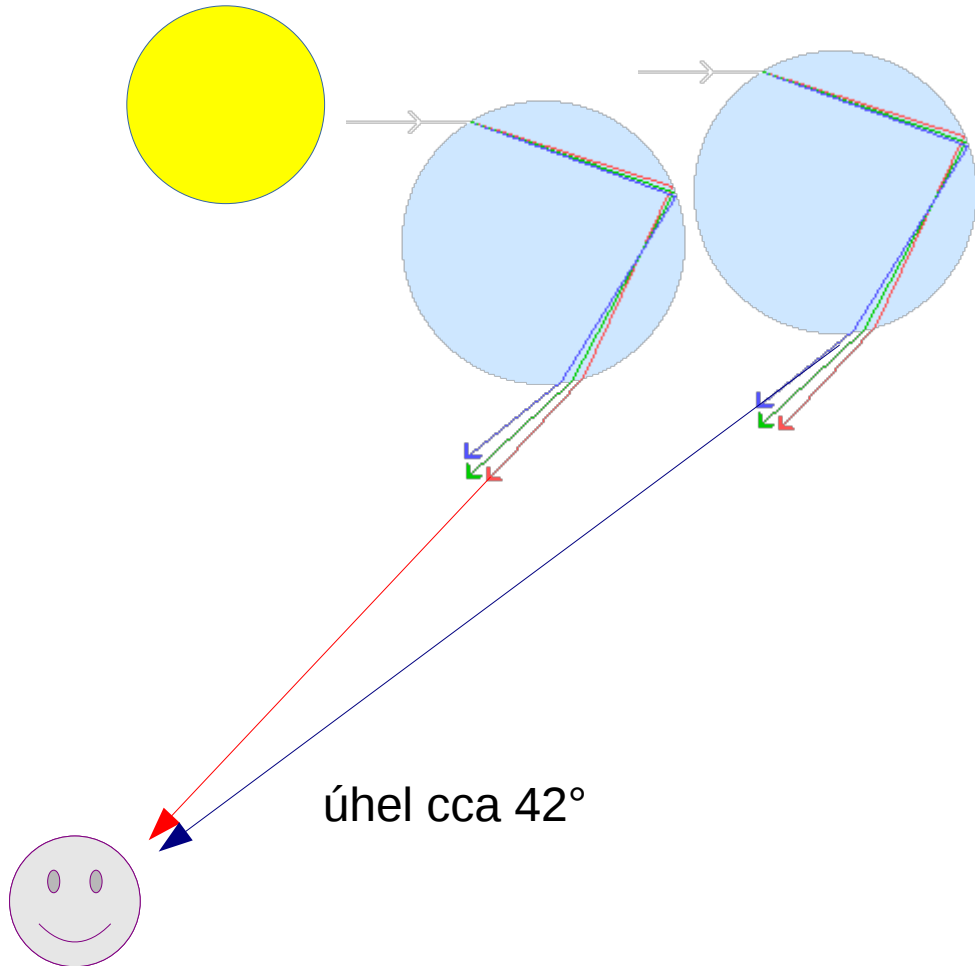


Superior mirage
(horní přelud, horní zrcadlení)



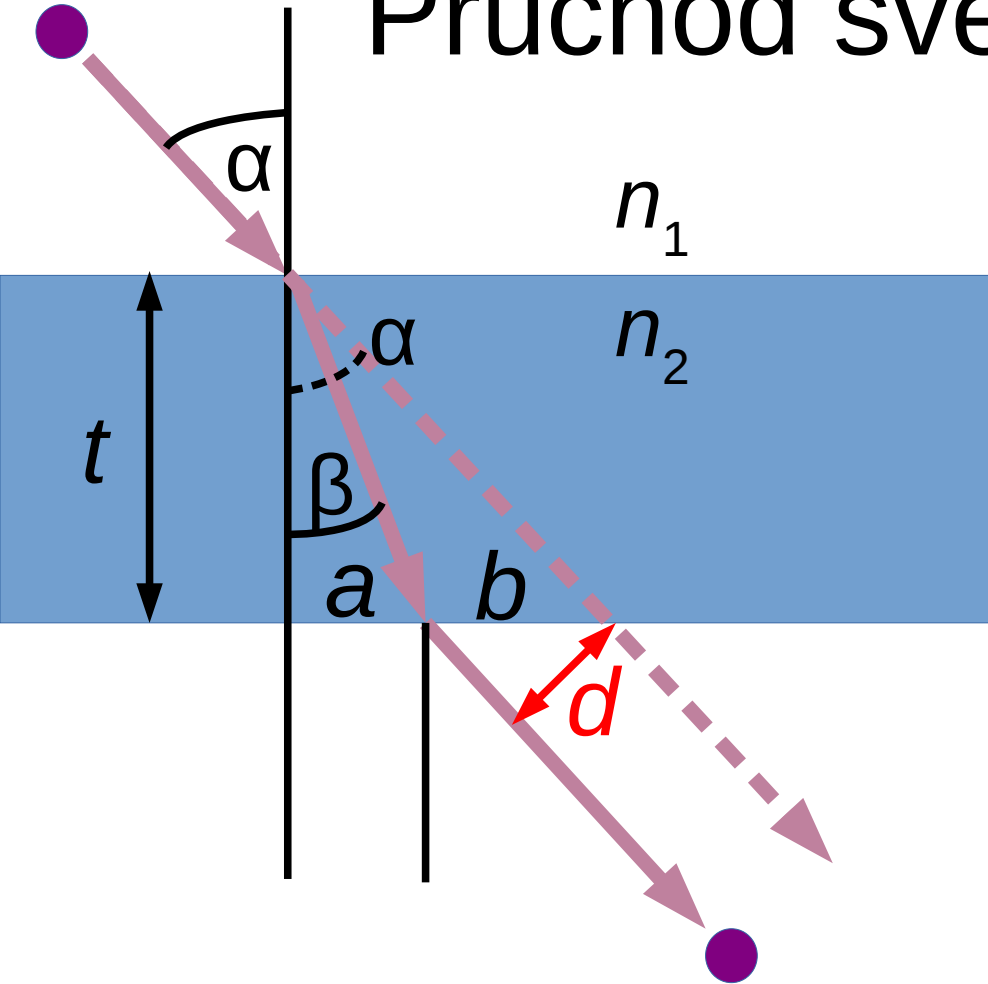
Fata morgana: kombinace obou jevů (vrstvy vzduchu o různé teplotě)

Duha



Průchod světla destičkou

Fyzika, Snellův zákon
Geometrie, trojúhelníky



Posun paprsků $d = ?$

Průchod světla destičkou

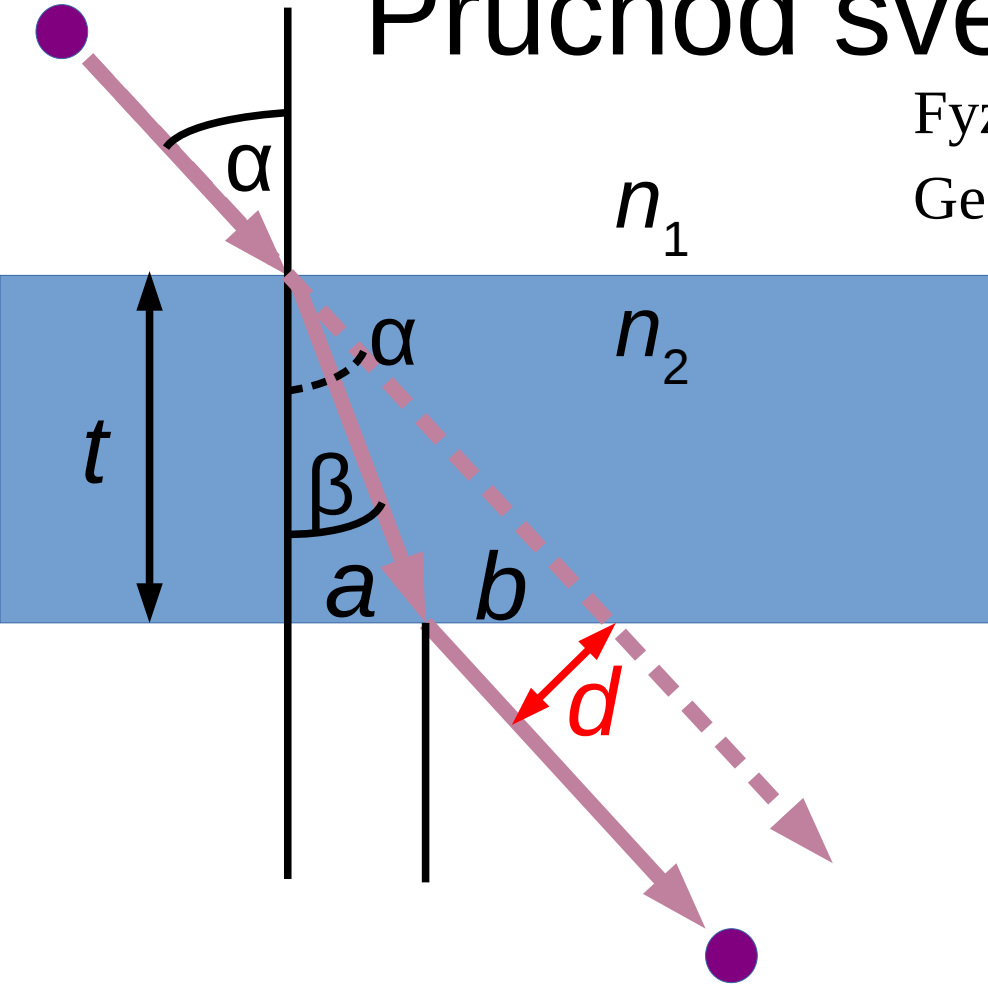
Fyzika, Snellův zákon: $n_1 \sin \alpha = n_2 \sin \beta$

Geometrie, trojúhelníky: $(a+b)/t = \tan \alpha$

$$a/t = \tan \beta$$

$$d/b = \cos \alpha$$

Posun paprsků d , přesně:



Průchod světla destičkou

Fyzika, Snellův zákon: $n_1 \sin \alpha = n_2 \sin \beta$

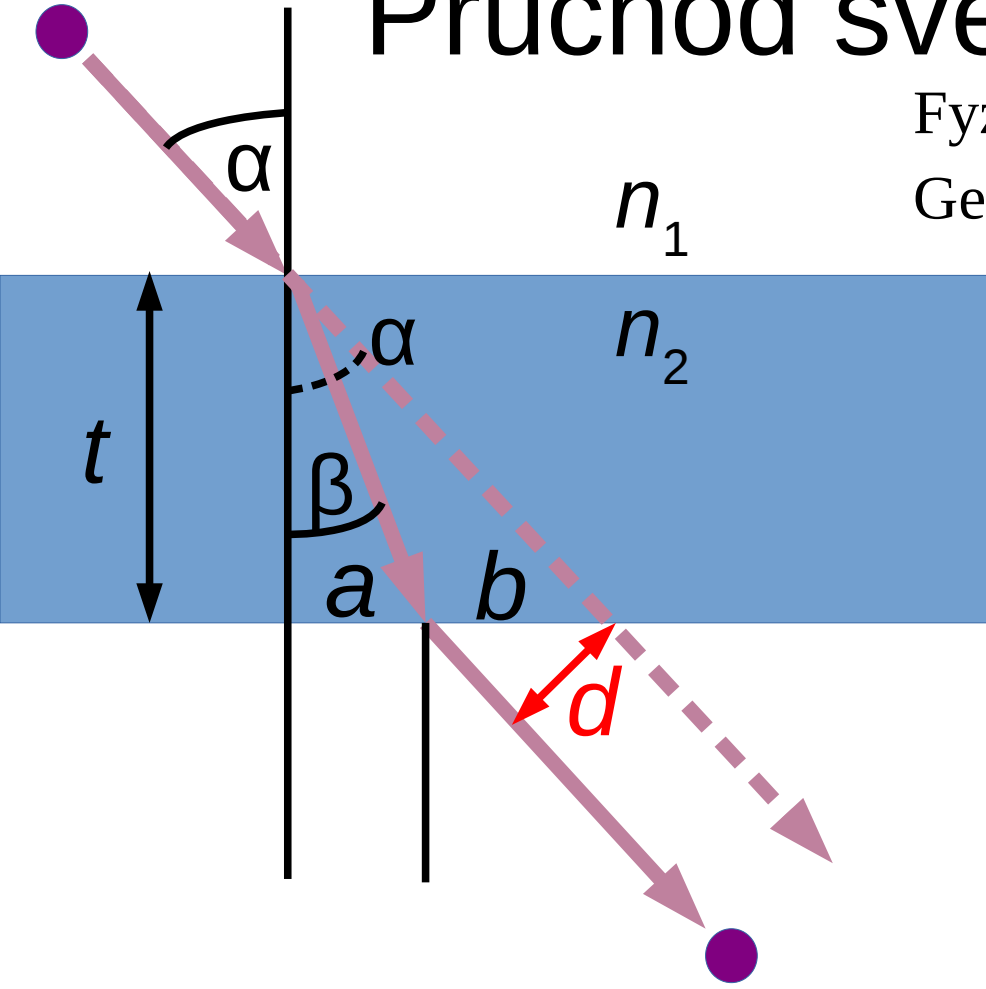
Geometrie, trojúhelníky: $(a+b)/t = \tan \alpha$

$$a/t = \tan \beta$$

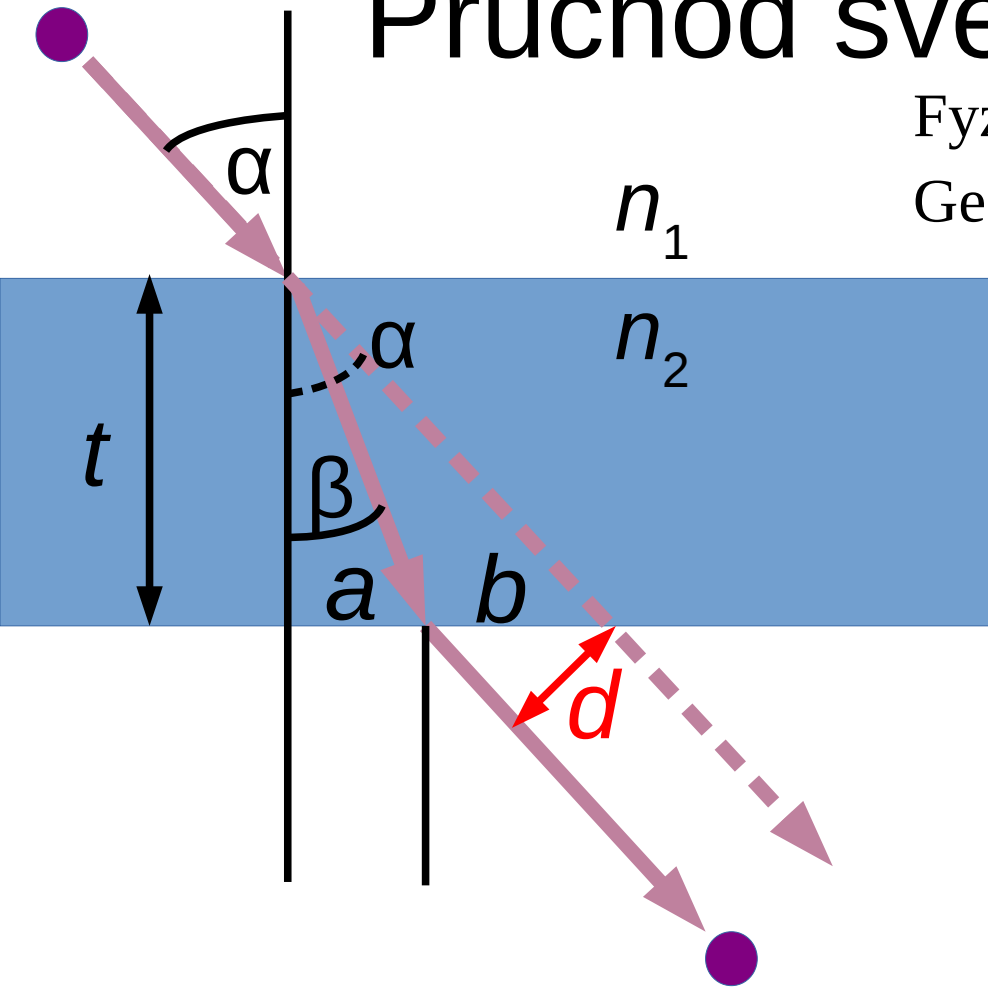
$$d/b = \cos \alpha$$

Posun paprsků d , přesně:

$$d = b \cos \alpha =$$



Průchod světla destičkou



Fyzika, Snellův zákon: $n_1 \sin \alpha = n_2 \sin \beta$

Geometrie, trojúhelníky: $(a+b)/t = \tan \alpha$

$$a/t = \tan \beta$$

$$d/b = \cos \alpha$$

Posun paprsků d , přesně:

$$d = b \cos \alpha = (t \tan \alpha - a) \cos \alpha$$

$$= (t \tan \alpha - t \tan \beta) \cos \alpha$$

$$= t \cos \alpha (\tan \alpha - \tan \beta)$$

$$= t \cos \alpha \left(\tan \alpha - \frac{\sin \beta}{\cos \beta} \right)$$

$$= t \sin \alpha \left(1 - n_1 \cos \alpha / \sqrt{n_2^2 - n_1^2 \sin^2 \alpha} \right)$$

Skoro kolmý dopad: $\sin \alpha \approx \alpha$, $n_1 \alpha \approx n_2 \beta \rightarrow d \approx t(\alpha - \beta) = t \alpha \frac{n_2 - n_1}{n_2}$

Průchod světla destičkou

Skript pro zobrazení grafů srovnávající přesný a aproximativní vzorec.

Textový soubor desticka.gp:

```
# Simulace posuvu paprsku pri pruchodu destickou

n=1.5 # index lomu
t=10 # tloustka desticky (mm)

set angles deg

set title "Posuv paprsku v desticce tloustky 10 mm"
set xlabel "uhel dopadu (deg)"
set ylabel "posuv (mm)"

posuv(alfa) = (1 - cos(alfa)/sqrt(n*n-sin(alfa)*sin(alfa))) * t * sin(alfa)
posuv_approx(alfa) = t * alfa*pi/180 * (n-1)/n

set xrange [0:80]

plot posuv(x), posuv_approx(x)
```

Grafy – zobrazení vzorců v programu gnuplot, <http://www.gnuplot.info>

Spuštění skriptu:

```
GNU PLOT
Version 5.2 patchlevel 2 last modified 2017-11-15

Copyright (C) 1986-1993, 1998, 2004, 2007-2017
Thomas Williams, Colin Kelley and many others

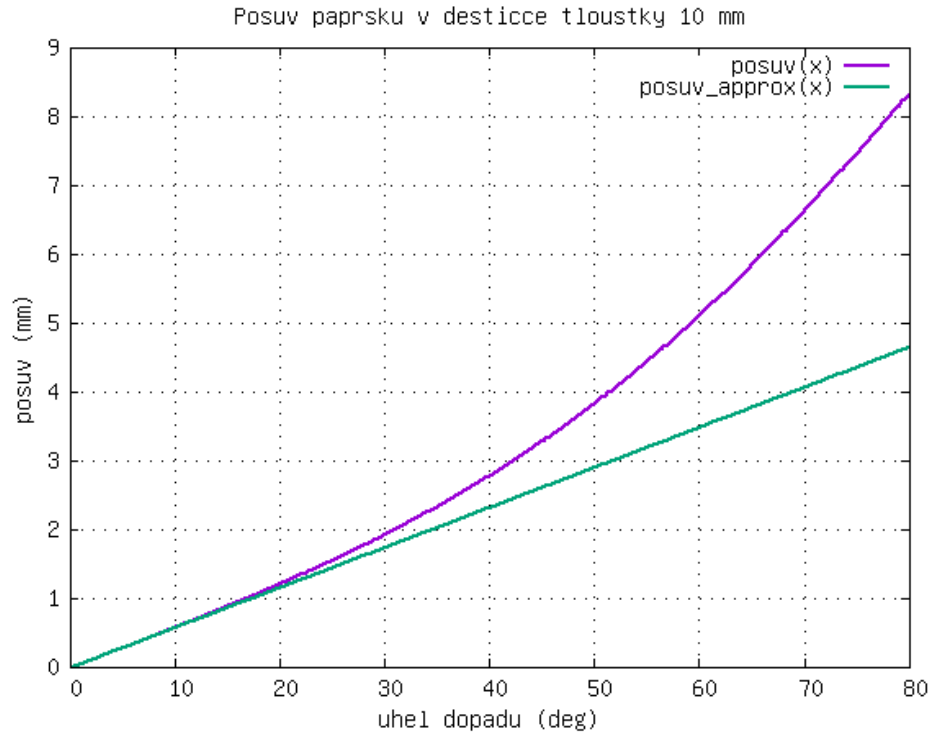
gnuplot home: http://www.gnuplot.info
faq, bugs, etc: type "help FAQ"
immediate help: type "help" (plot window: hit 'h')

Type `load "all.dem"` to display a large number of examples.
They are located at /usr/share/doc/packages/gnuplot/demo/*

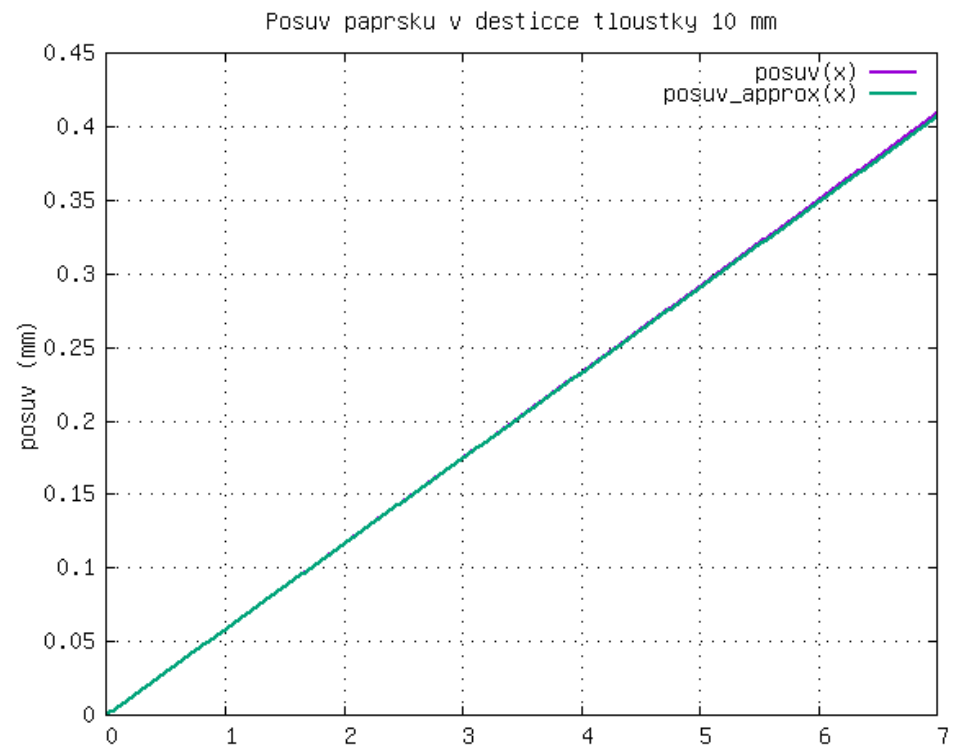
Terminal type is now 'qt'
gnuplot> load 'desticka.gp'
gnuplot>
```

Průchod světla destičkou

Srovnání vzorců pro velký rozsah úhly



Srovnání vzorců pro malé úhly



Aplety HTML5

*** polarizace:

Malusův zákon:

http://physics.bu.edu/~duffy/HTML5/polarized_light_onepolarizer.html

*** paprsková optika:

Rainbow:

<http://physics.bu.edu/~duffy/HTML5/rainbow.html>

Prism:

<http://physics.bu.edu/~duffy/HTML5/prism.html>

Refraction in a rectangular block:

http://physics.bu.edu/~duffy/HTML5/refraction_block.html

*** zrcadla a čočky:

Mirrors:

<http://physics.bu.edu/~duffy/HTML5/Mirrors.html>

http://physics.bu.edu/~duffy/HTML5/Mirrors_and_time.html

Lenses:

<http://physics.bu.edu/~duffy/HTML5/Lenses.html>

*** refrakce

Refrakce světla - refraktometr:

<http://www.thephysicsaviary.com/Physics/Programs/Labs/RefractionLab/index.html>