

brýlové čočky



Z historie



středověký čtecí kámen

- „zvětšení pomocí skla naplněného vodou“ písemně zmíněno r. 100 (AD)
- čtecí kameny (čisté sklo ve tvaru oblázků) v 9. století
- v Evropě brýle od cca 13. století, nejprve spojné čočky
- od cca 16. století také rozptylky
- „skrářnové brýle“ (s ručkami) až od začátku 18. století



1690: brýle Norimberského stylu se zelenými čočkami

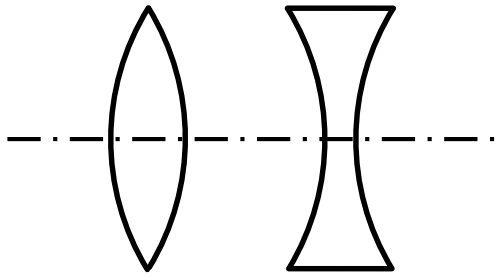


1780: stříbrné brýle

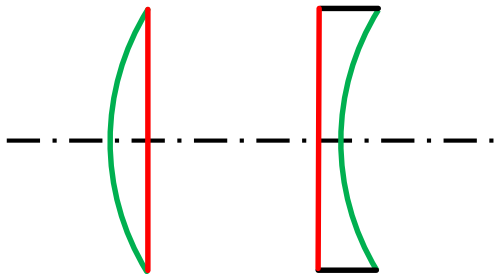


konec 18. století: mosazné obruby, kruhové čočky

Tvar čočky

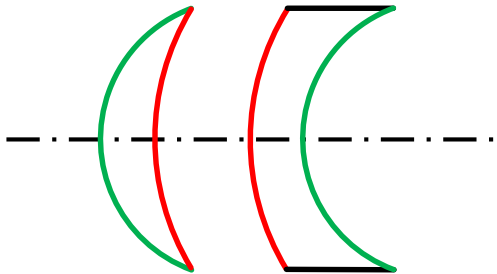


bikonvexní, bikonkávní čočka



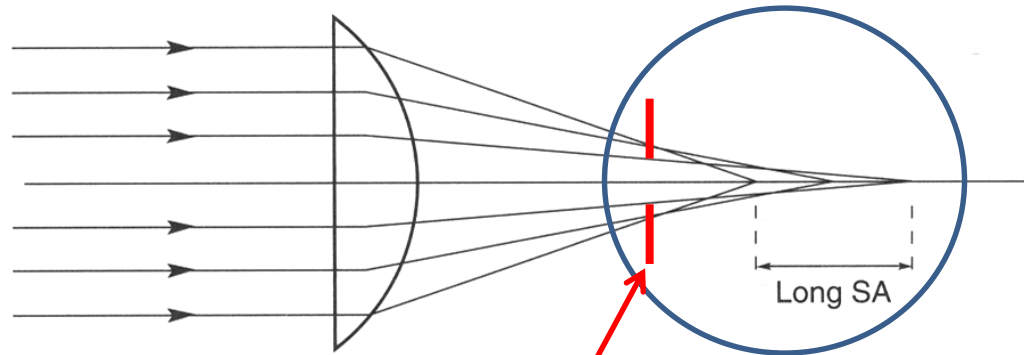
plankonvexní, plankonkávní čočka

- červeně vyznačeny základní plochy
- zeleně doplňkové plochy



periskopická čočka (základní plocha $\pm 1,25$ D)
menisková (polomušlová) čočka (± 6 D, příp. ± 3 D)
mušlová čočka (± 8 D)

Otvorová vada

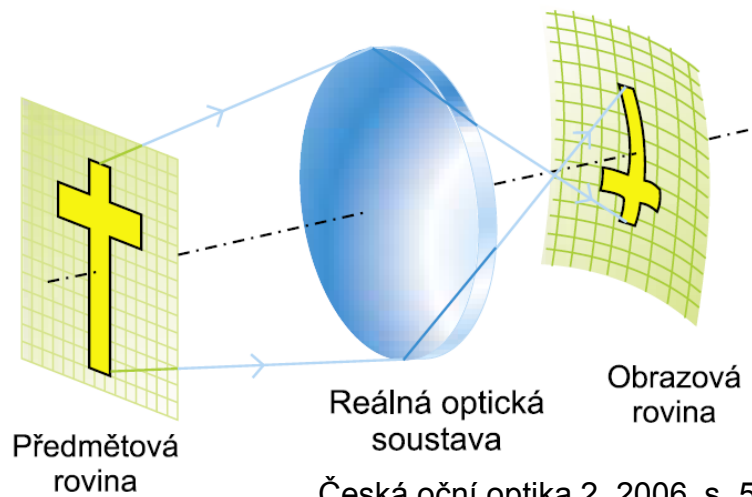


Otvorová vada a koma brýlové čočky nemusí být uvažována vzhledem k tomu, že svazek je omezen relativně malou oční pupilou.

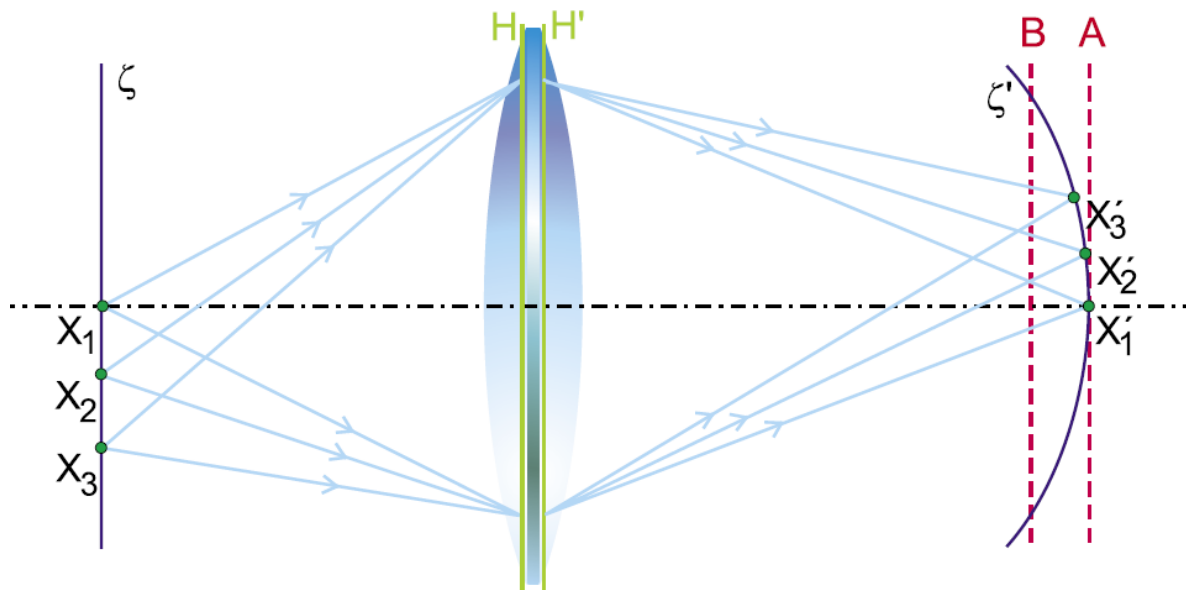
Sklenutí pole



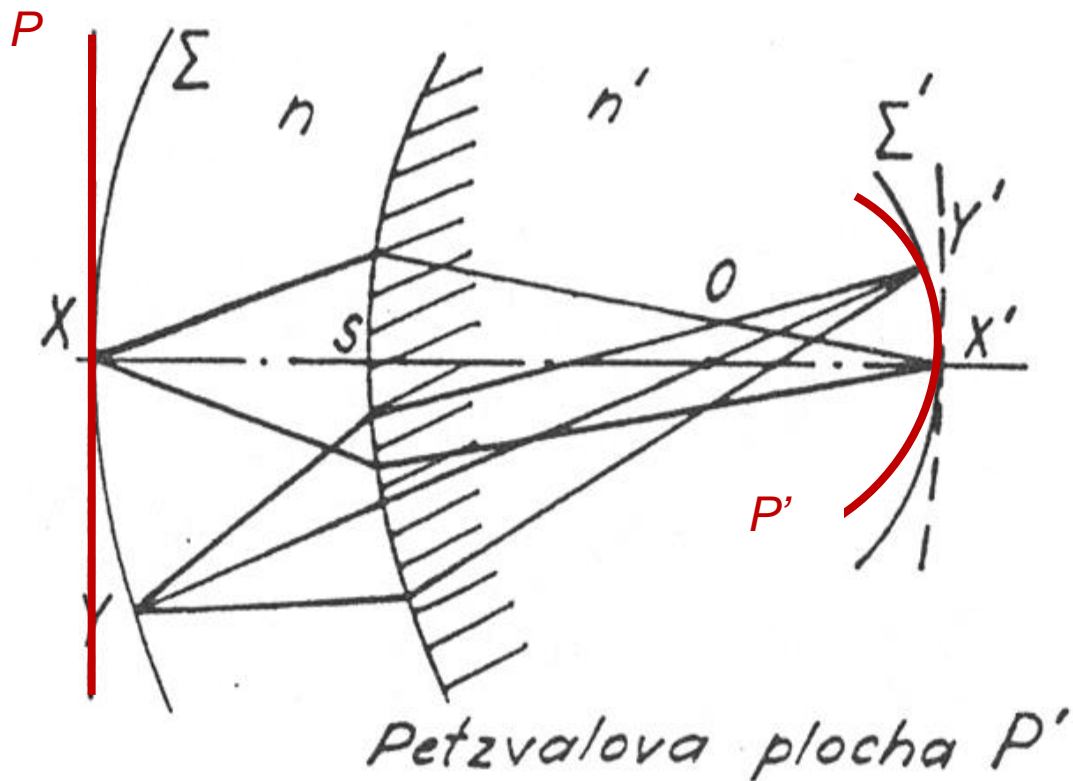
1807 - 1891
Joseph Petráň



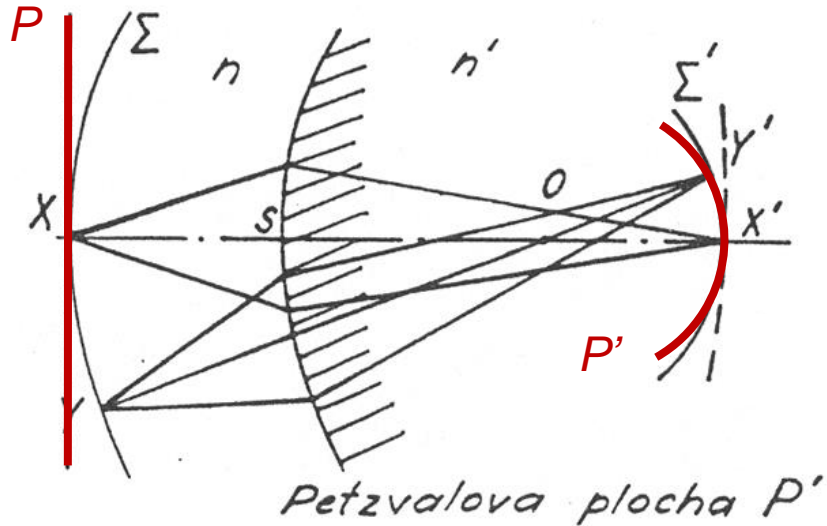
Česká oční optika 2, 2006, s. 58.



Sklenutí pole



Petzvalova plocha



jedna lámavá plocha: tenká čočka:

$$R_P = \frac{nr}{n - n'}$$

$$R_P = -nf'$$

system tenkých čoček:

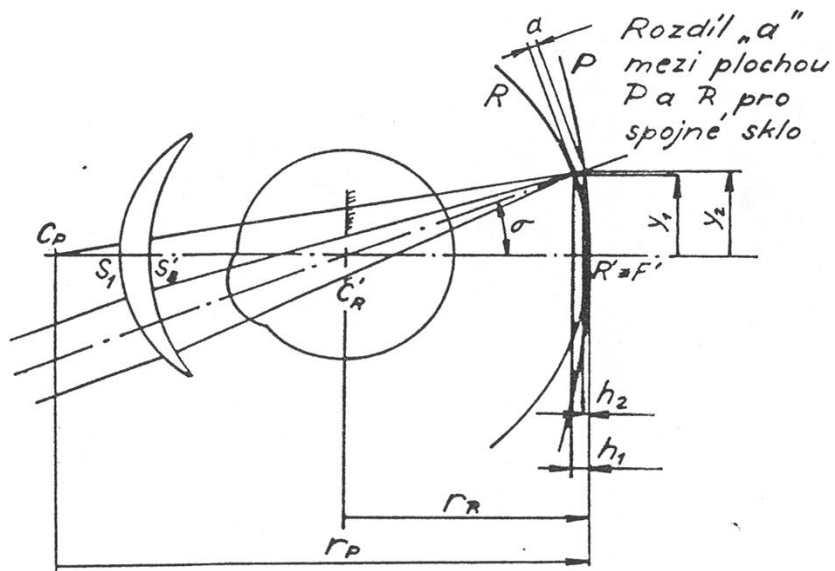
$$\frac{1}{R_P} = -\sum \frac{1}{n_i f_i'} = -\sum \frac{\varphi_i'}{n_i}$$

Petzvalova-Coddingtonova podmínka
pro rovinné pole:

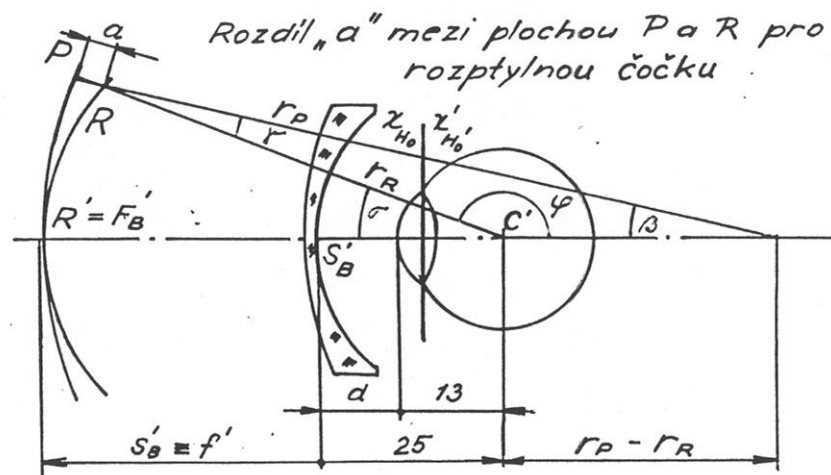
$$\frac{1}{R_P} = 0$$

Vliv sklenutí pole brýlové čočky při otáčení oka

hypermetrop

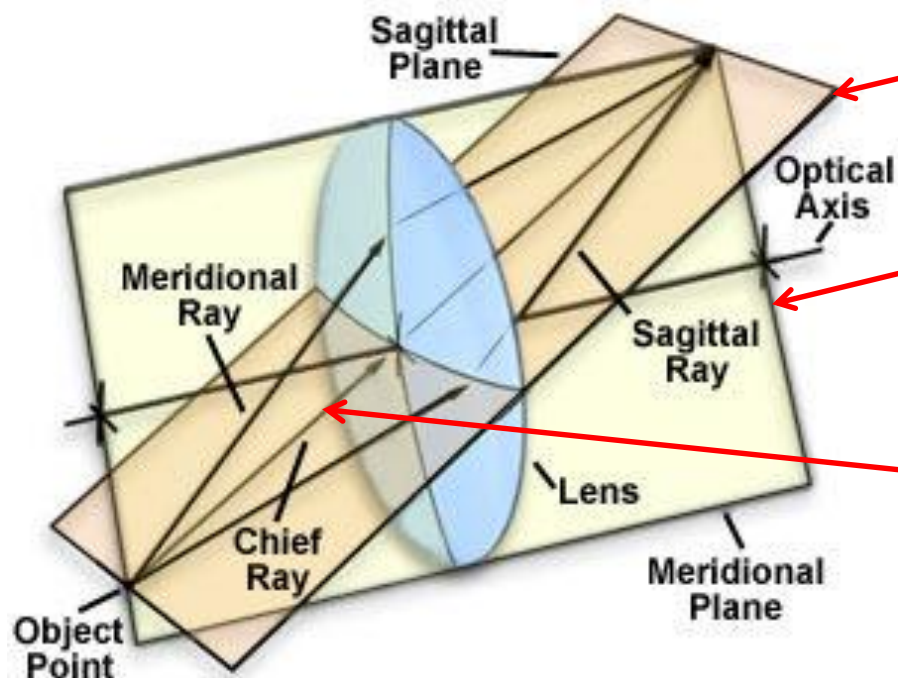


myop



Sagitální a tangenciální rovina

Sagittal and Meridional Planes



sagitální rovina

obsahuje hlavní paprsek, je kolmá na tang.r.

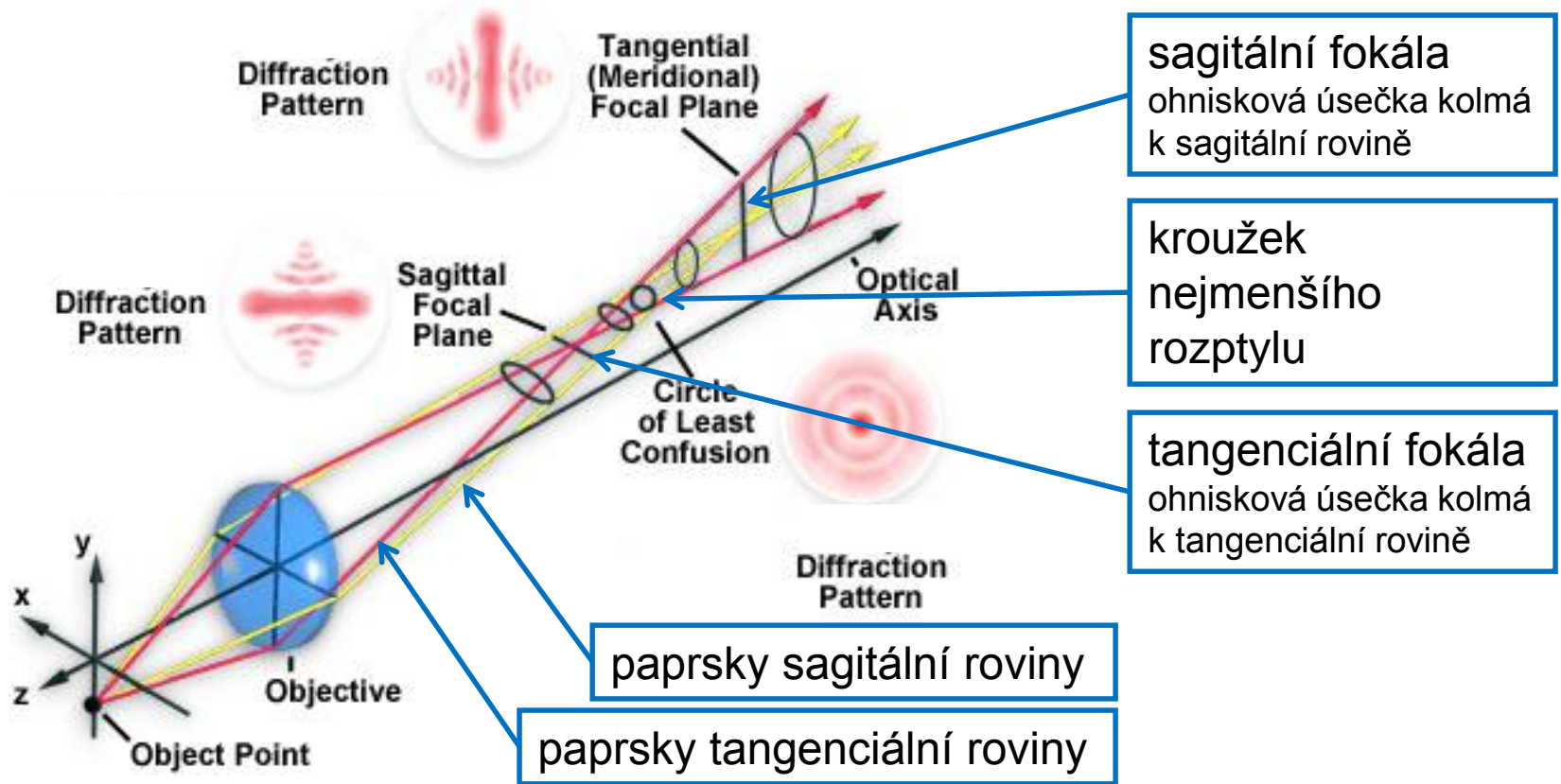
tangenciální (meridionální) rovina

obsahuje hlavní paprsek a optickou osu

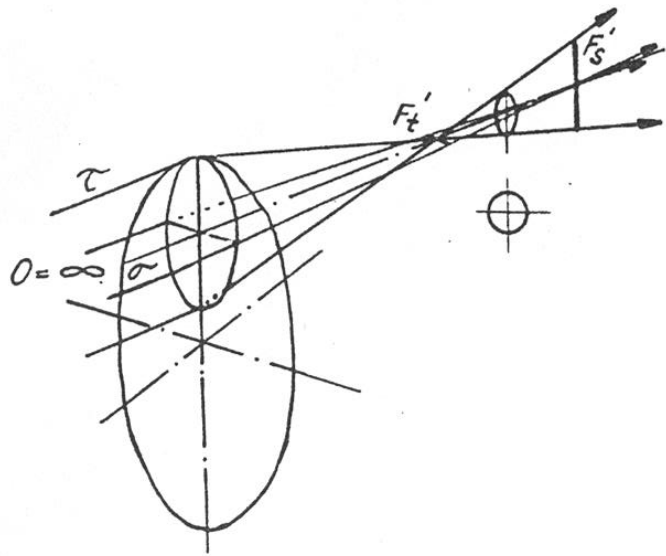
hlavní paprsek

prochází předměťovým bodem a středem pupily

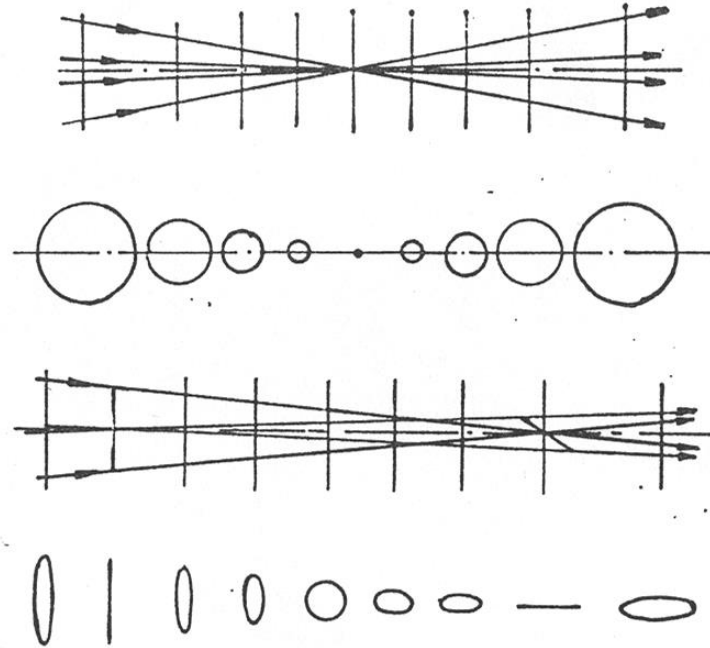
Astigmatismus



Astigmatismus



Fokály astigmatického svazku



Ideální svazek paprsků

Astigmatický svazek paprsků

Astigmatismus

Original

aio

Compromise

aio

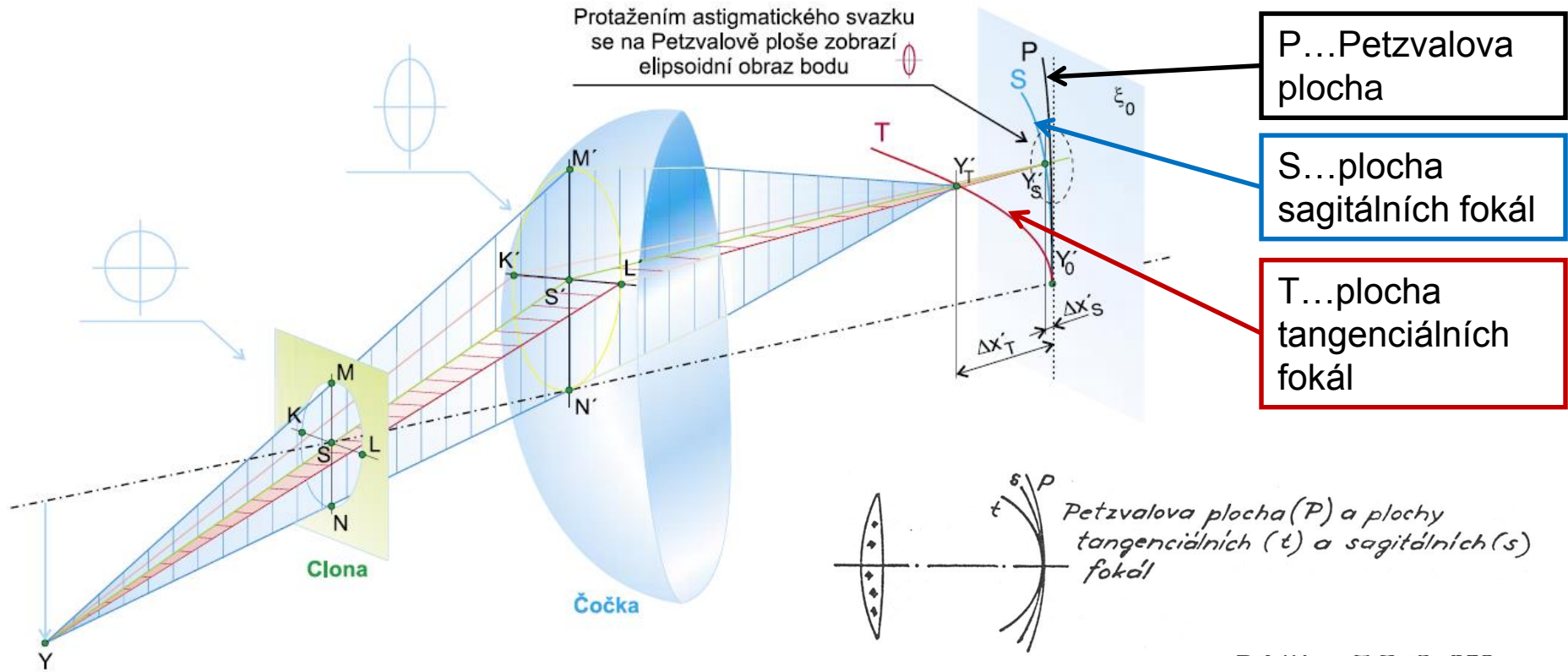
Horizontal Focus

aio

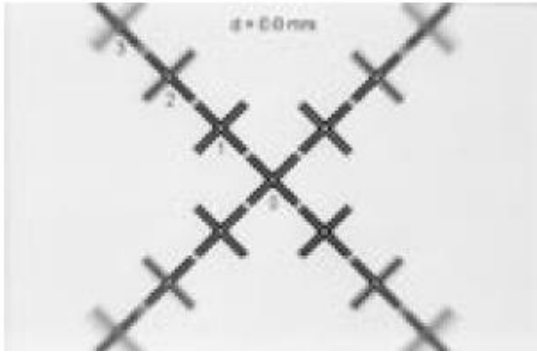
Vertical Focus

aio

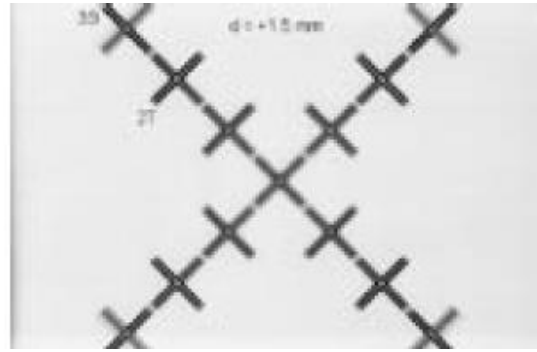
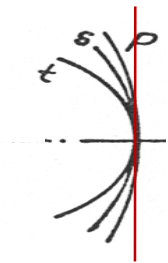
Astigmatismus tenké čočky



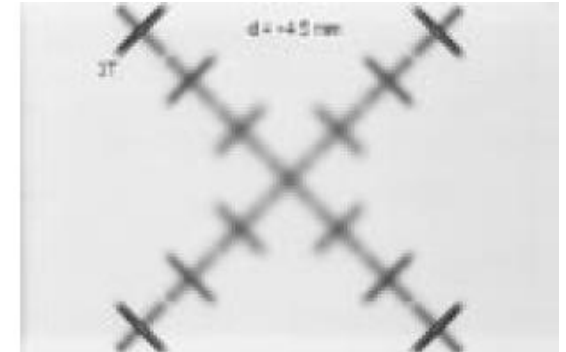
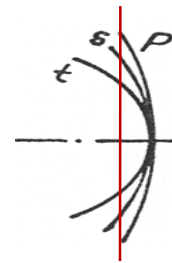
Zobrazení s astigmatismem



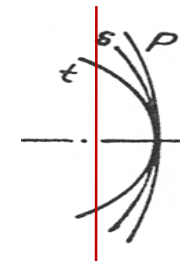
$d = 0$ mm (od ohniska)
zaostřena centrální část a
2S čáry



$d = -1,5$ mm
(od ohniska k čočce)
centrální část rozostřena,
zaostřeny 2T a 3S čáry



$d = -4,5$ mm
(od ohniska k čočce)
centrální část rozostřena,
zaostřeny 3T čáry



Korekce astigmatismu šikmých svazků



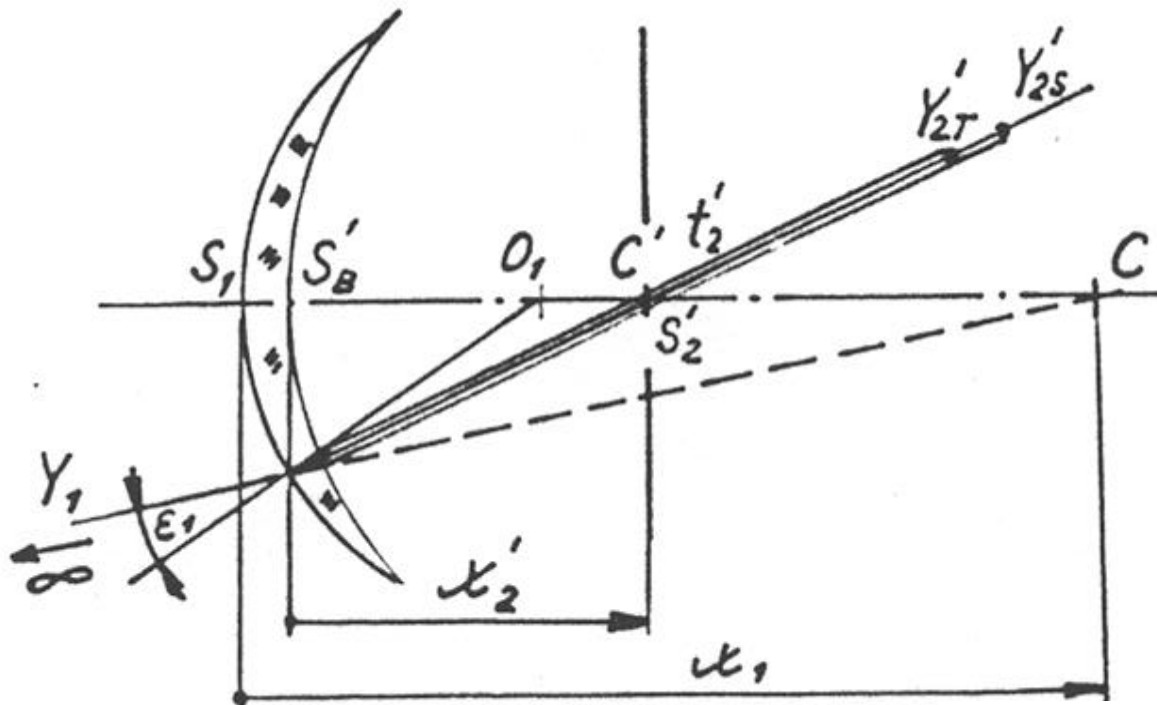
William Hyde Wollaston (1766-1828)

Kolem roku 1804 prokázal, že zraková ostrost pozorovatele **klesá**, když se dívá přes **periferii** bikonvexních brýlových čoček.

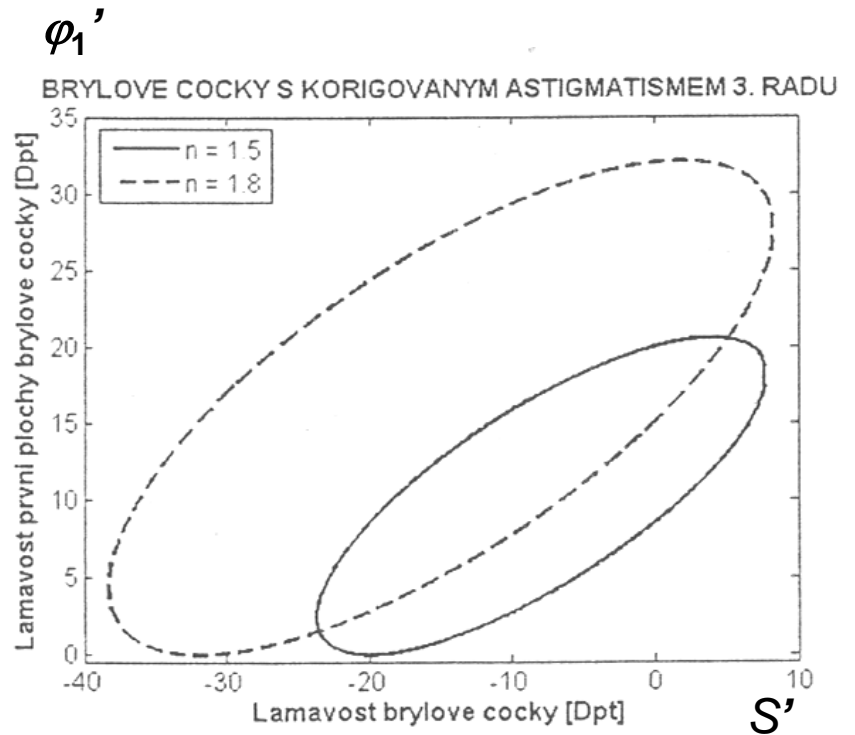
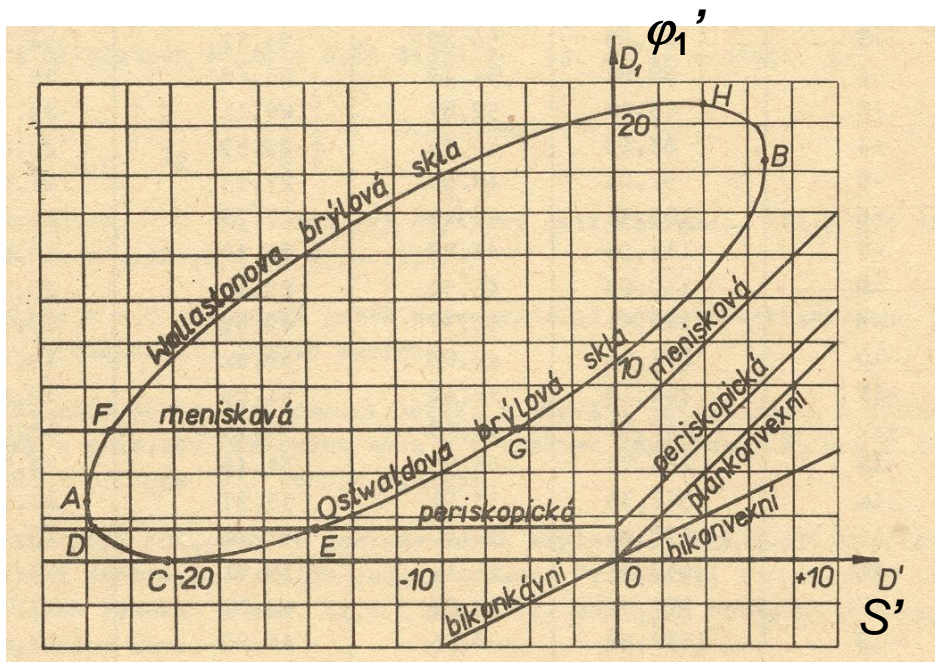
Současně zaznamenal, že skla ve tvaru menisku poskytují vyšší kvalitu vidění.

První pokusy navrhnout čočky meniskového tvaru s korigovaným periferním astigmatismem podnikli Wilhelm Ostwald a Marius Hans Erik Tscherning pro tenké čočky a malé úhly sklonu.

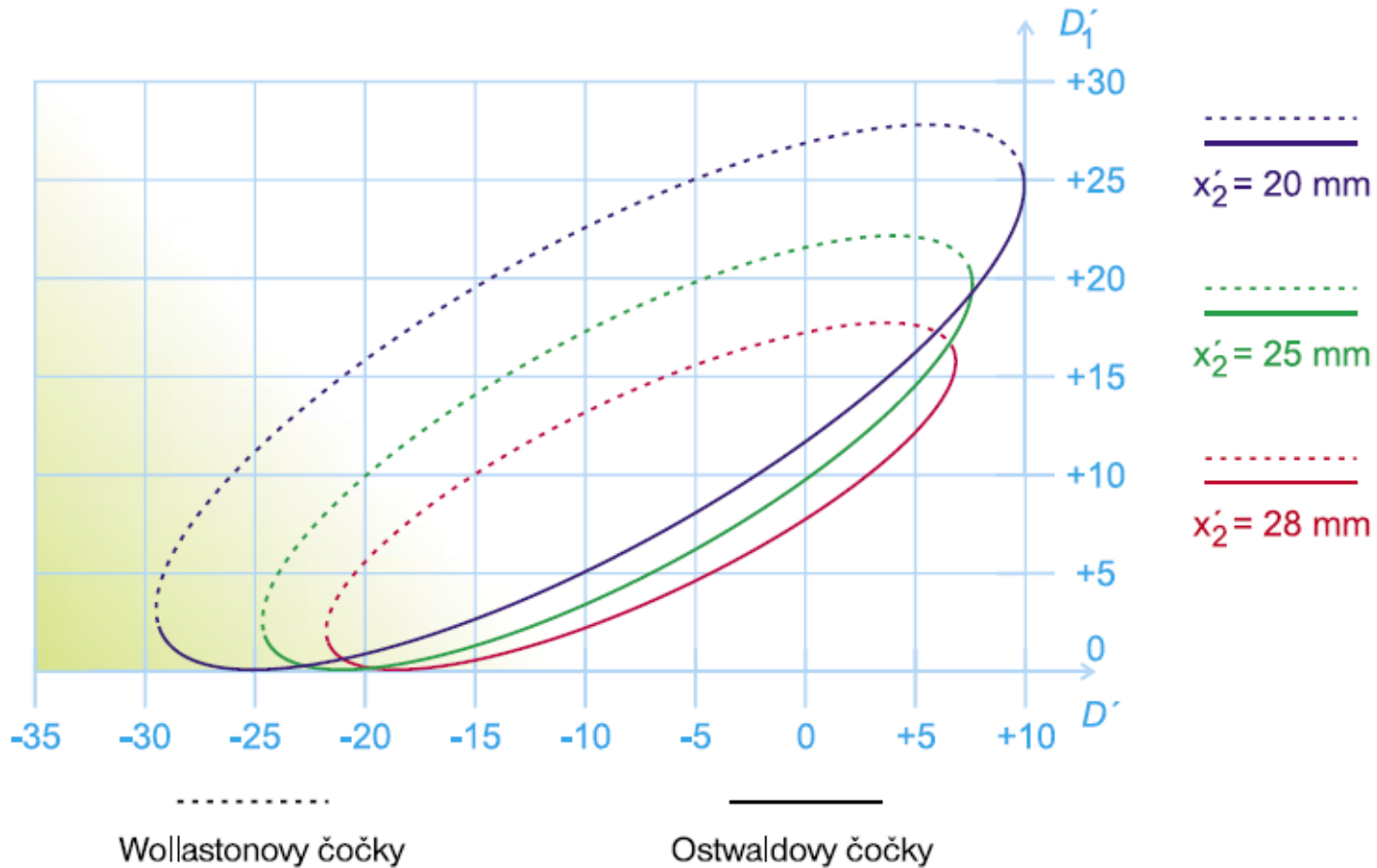
Korekce astigmatismu šikmých svazků



Tscherningova elipsa

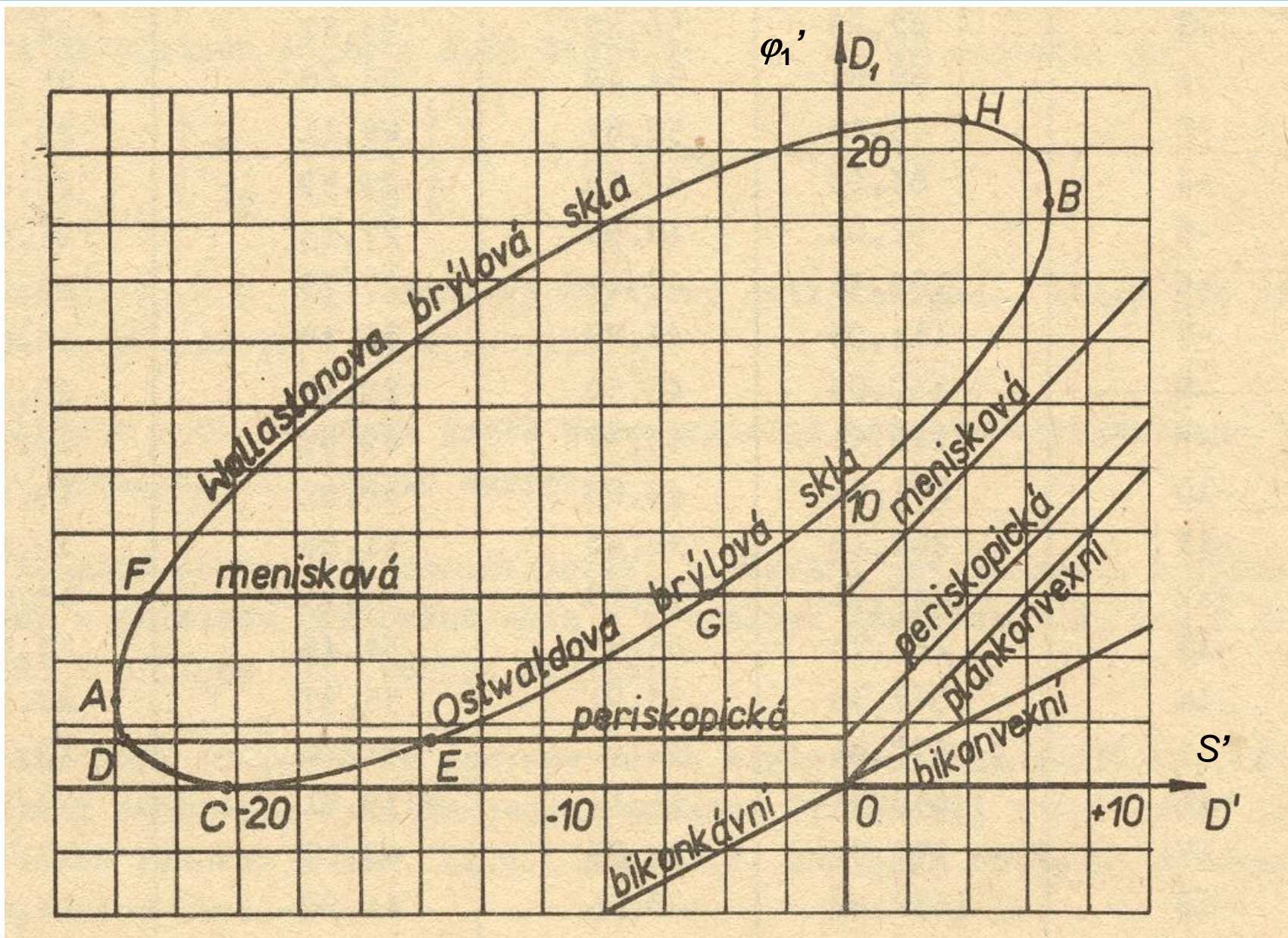


Tscherningova elipsa



vzdálenost BČ od
středu otáčení oka

Oblasti řešení



Tabulka poloměrů křivostí ploch

| S [D] | Oswalt | | Wollaston | |
|-------|-------------------|-------------------|-------------------|-------------------|
| | 1. řešení | | 2. řešení | |
| | r ₁ mm | r ₂ mm | r ₁ mm | r ₂ mm |
| 7 | 32,01 | 55,99 | 25,36 | 38,39 |
| 6 | 35,32 | 59,37 | 24,72 | 34,61 |
| 5 | 38,49 | 60,09 | 24,47 | 31,94 |
| 4 | 41,78 | 61,29 | 24,39 | 29,98 |
| 3 | 45,27 | 61,16 | 24,43 | 28,41 |
| 2 | 49,06 | 60,39 | 24,52 | 27,09 |
| 1 | 53,22 | 59,25 | 24,74 | 25,97 |
| 0 | 57,83 | 57,83 | 24,99 | 24,99 |
| -1 | 62,93 | 56,22 | 25,31 | 24,15 |
| -2 | 68,84 | 54,49 | 25,68 | 23,38 |
| -3 | 75,48 | 52,67 | 26,11 | 22,71 |
| -4 | 83,13 | 50,82 | 26,59 | 22,09 |
| -5 | 92,04 | 48,96 | 27,13 | 21,54 |
| -6 | 102,51 | 47,11 | 27,73 | 21,04 |
| -7 | 114,98 | 45,29 | 28,40 | 20,58 |
| -8 | 130,03 | 43,50 | 29,15 | 20,17 |
| -9 | 148,51 | 41,77 | 29,99 | 19,78 |
| -10 | 171,63 | 40,09 | 30,92 | 19,43 |
| -11 | 201,18 | 38,46 | 31,96 | 19,11 |
| -12 | 240,01 | 36,89 | 33,13 | 18,82 |
| -13 | 294,73 | 35,37 | 34,46 | 18,57 |
| -14 | 367,35 | 33,91 | 35,97 | 18,33 |
| -15 | 478,84 | 32,50 | 37,70 | 18,12 |
| -16 | 658,21 | 31,14 | 39,71 | 17,93 |
| -17 | 978,67 | 29,83 | 42,08 | 17,77 |
| -18 | 1652,92 | 28,55 | 44,90 | 17,64 |
| -19 | 3552,02 | 27,32 | 48,35 | 17,54 |
| -20 | 14223,55 | 26,10 | 52,69 | 17,48 |
| -21 | 261500,00 | 24,90 | 58,35 | 17,46 |
| -22 | 8211,65 | 23,70 | 66,20 | 17,49 |
| -23 | 1869,99 | 22,47 | 78,25 | 17,62 |
| -24 | 664,41 | 21,10 | 86,07 | 17,99 |

Platí pro tenké brylové čočky vzdálené 25mm od bodu otáčení oka při pozorování značně vzdálených předmětů a pro malé úhly

Bodově zobrazující čočky



Moritz von Rohr (1868-1940)

V roce 1912 propočítal design bodově zobrazujících čoček pro Carl Zeiss (Jena).

Byly vyráběny čočky „Punktal“.

ZEISS PUNKTAL-GLÄSER

Durch das
alte bikonvexe Brillenglas

sieht man von der Mitte nach dem Rande zunehmend schlechter

Durch das
ZEISS-Punktalglas

sieht man von der Mitte bis zum Rande gleich gut

Druckschrift „Opto 55“ kostenlos

BERLIN
HAMBURG
WIEN
Buenos Aires

ZEISS PUNKTAL-GLÄSER

Punktuell abbildende Brillengläser
für Kurz- u. Weitsichtigkeit u. Astigmatismus.

Altes bikonvexes Brillenglas Neues Punktalglas von CARL ZEISS, Jena

0° 10° 20° 30° 0° 10° 20° 30°

Diese Bilder werden wahrgenommen bei einer Ablenkung der Blickrichtung um 10°, 20°, 30° von der Achse

Deutliche Abbildung
bei jeder Blickrichtung von der Mitte bis zum Rande des Glases.

Ausnutzung der natürlichen Beweglichkeit des Auges.

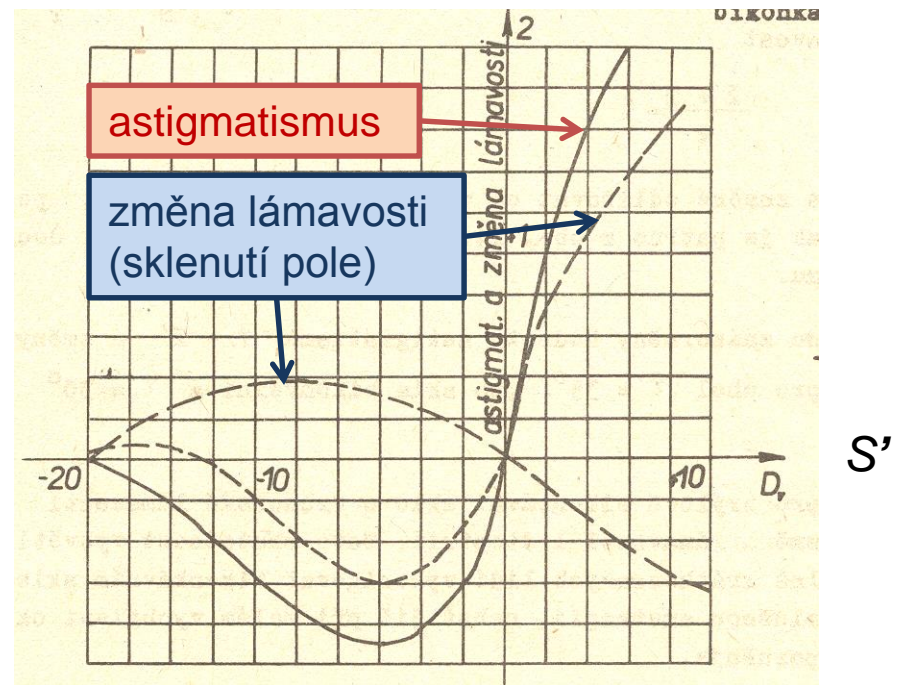
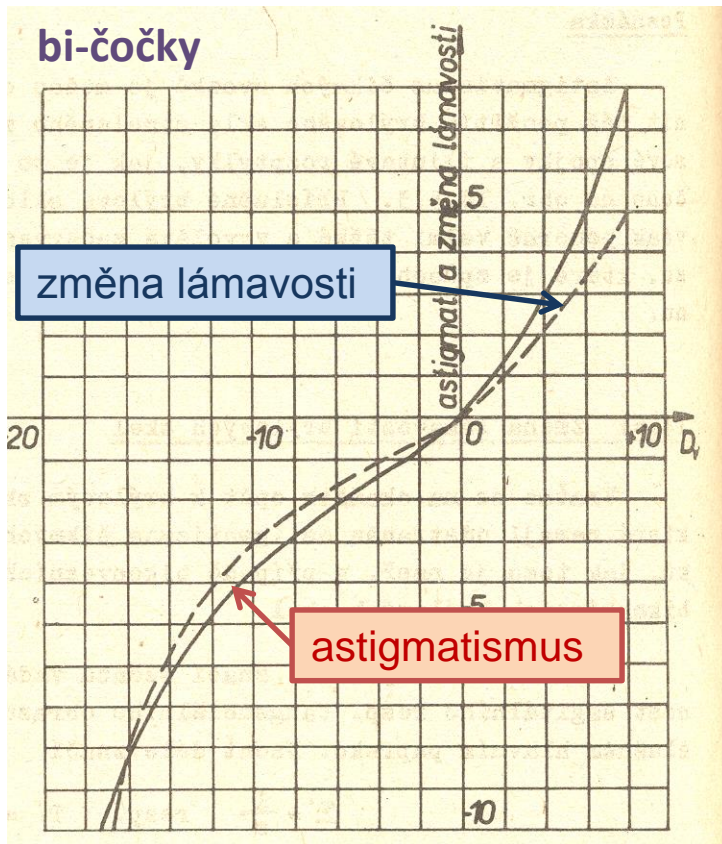
Brillen mit Zeiss-Punktalgläsern sind ohne Mechanismus als Schiessbrillen verwendbar.

Nur durch Optiker zu beziehen.

Prospekt Opto 17 kostenfrei.

BERLIN · HAMBURG · WIEN · BUENOS AIRES

Změna optické mohutnosti brýlové čočky



plan- a punktální čočky

Příklady českých čoček – „skupinová skla“

Charakteristické parametry skupinových skel čs. výroby

| Vrcholová lámavost A' [dpt] | Optická mohutnost základní plochy D ₂ resp. D ₁ [dpt] | Optická mohutnost doplňkové (tvořící) plochy [dpt] | Středová tloušťka d [mm] |
|-----------------------------|-----------------------------------------------------------------------------|----------------------------------------------------|--------------------------|
| S _B 0,00 | φ ₂ D ₁ = -6,00 dpt | φ ₁ +5,95 | d 1,8 |
| +0,25 | | +6,20 | 1,8 |
| +0,50 | | +6,44 | 2,0 |
| +0,75 | | +6,68 | 2,1 |
| +1,00 | | +6,93 | 2,2 |
| +1,25 | | +7,17 | 2,3 |
| +1,50 | | +7,41 | 2,4 |
| +1,75 | | +7,65 | 2,5 |
| +2,00 | | +7,89 | 2,6 |
| +2,25 | | +8,13 | 2,7 |
| +2,50 | | +8,36 | 2,8 |
| +2,75 | | +8,60 | 2,9 |
| +3,00 | | +8,84 | 3,0 |
| +3,25 | | +9,07 | 3,1 |
| +3,50 | | +9,20 | 3,3 |
| +3,75 | | +9,54 | 3,4 |
| +4,00 | | +9,67 | 3,6 |
| +4,50 | | +10,23 | 3,8 |
| +5,00 | | +10,69 | 4,0 |
| +5,50 | | +11,13 | 4,4 |
| +6,00 | +11,57 | 4,7 | |
| +6,50 | +12,04 | 4,6 | |
| +7,00 | +12,46 | 5,0 | |
| +7,50 | +12,89 | 5,3 | |
| +8,00 | +13,31 | 5,6 | |
| +8,50 | +13,77 | 5,5 | |
| +9,00 | D ₁ = -4,00 dpt | +12,40 | 5,6 |
| +9,50 | | +12,82 | 5,9 |
| +10,00 | | +13,24 | 6,2 |
| +10,50 | | +13,66 | 6,4 |
| +11,00 | | +14,15 | 6,3 |
| +11,50 | | +14,54 | 6,4 |
| +12,00 | | +14,92 | 6,8 |
| +12,50 | | +15,30 | 7,2 |
| +13,00 | | +15,60 | 7,6 |
| +13,50 | | +16,03 | 8,0 |
| +14,00 | +16,38 | 8,3 | |
| +14,50 | +16,72 | 8,8 | |
| +15,00 | D ₁ = -3,00 dpt | +16,38 | 8,3 |
| +15,50 | | +16,72 | 8,8 |
| +16,00 | | +17,05 | 9,1 |
| +17,00 | | +17,72 | 9,8 |
| +18,00 | | +18,50 | 9,8 |
| +19,00 | D ₂ = -1,00 dpt | +17,55 | 10,6 |
| +20,00 | | +18,18 | 11,2 |

(pokračování)

| Vrcholová lámavost A' [dpt] | Optická mohutnost základní plochy D ₂ resp. D ₁ [dpt] | Optická mohutnost doplňkové (tvořící) plochy [dpt] | Středová tloušťka d [mm] |
|-----------------------------|-----------------------------------------------------------------------------|----------------------------------------------------|--------------------------|
| S _B -0,25 | φ ₁ D ₁ = +6,00 dpt | φ ₂ -6,29 | d 1,7 |
| -0,50 | | -6,53 | 1,6 |
| -0,75 | | -6,78 | 1,5 |
| -1,00 | | -7,03 | 1,4 |
| -1,25 | | -7,28 | 1,3 |
| -1,50 | | -7,52 | 1,2 |
| -1,75 | | -7,77 | 1,2 |
| -2,00 | | -8,02 | 1,1 |
| -2,25 | | -8,27 | 1,1 |
| -2,50 | | -8,52 | 1,1 |
| -2,75 | | -8,77 | 1,0 |
| -3,00 | | -9,02 | 0,9 |
| -3,25 | | -9,26 | 0,8 |
| -3,50 | | -9,51 | 0,8 |
| -3,75 | | -9,76 | 0,8 |
| -4,00 | D ₁ = +4,50 dpt | -8,51 | 0,8 |
| -4,50 | | -9,01 | 0,8 |
| -5,00 | | -9,51 | 0,8 |
| -5,50 | | -10,00 | 0,7 |
| -6,00 | | -10,50 | 0,7 |
| -6,50 | D ₁ = +3,00 dpt | -9,52 | 0,7 |
| -7,00 | | -10,02 | 0,7 |
| -7,50 | | -10,52 | 0,6 |
| -8,00 | | -11,02 | 0,6 |
| -8,50 | | -11,52 | 0,5 |
| -9,00 | -12,02 | 0,5 | |
| -9,50 | D ₁ = +2,00 dpt | -11,52 | 0,5 |
| -10,00 | | -12,02 | 0,5 |
| -10,50 | | -12,51 | 0,5 |
| -11,00 | | -13,02 | 0,5 |
| -11,50 | | -13,51 | 0,5 |
| -12,00 | D ₁ = +1,00 dpt | -13,02 | 0,5 |
| -12,50 | | -13,51 | 0,5 |
| -13,00 | | -14,01 | 0,5 |
| -13,50 | | -14,50 | 0,5 |
| -14,00 | | -15,00 | 0,5 |
| -14,50 | | -15,50 | 0,5 |
| -15,00 | | -16,00 | 0,5 |
| -15,50 | | -16,50 | 0,5 |
| -16,00 | D ₁ = 0,00 dpt | -16,00 | 0,5 |
| -17,00 | | -17,00 | 0,5 |
| -18,00 | | -18,00 | 0,5 |
| -19,00 | | -19,00 | 0,5 |
| -20,00 | | -20,00 | 0,5 |

Příklady českých čoček – DIOSFER, PUNKTUR

autoři využili počítačacích strojů a podrobně zhodnotili vliv tloušťky i křivosti skel s ohledem na optimální návrh při pozorování různých vzdálených předmětů. Kompromisem mezi konvenční vzdáleností do blízka (250 mm) a do dálky (∞) dospěli k brýlovým sklům s minimálním astigmatismem. Tato skla vyrábí n. p. Dioptra – Turnov pod názvem DIOSFER (tabulka I.13).

Skutečnost, že jde o bodově zobrazující brýlová skla, zdůrazňují někteří výrobci, v jejich názvu (C. Zeiss: PUNCTAL, Dioptra: PUNKTUR; punctum (lat.) = bod). Některé parametry skel zn. PUNKTUR jsou uvedeny v tabulce I.14.


Charakteristické parametry čs. brýlových skel DIOSFER

| Vrcholová lámavost K' [dpt] | Optická mohutnost vypuklé plochy D_1 [dpt] | Optická mohutnost duté plochy D_2 [dpt] | Středová tloušťka d [mm] |
|-------------------------------|----------------------------------------------|-------------------------------------------|----------------------------|
| S_1^+ S_2^+ 0,00 | φ_1^+ +5,95 | φ_2^+ | d 2,0 |
| +0,25 | +6,20 | -6,00 | 2,1 |
| +0,50 | +6,45 | | 2,2 |
| +0,75 | +6,70 | | 2,3 |
| +1,00 | +6,95 | | 2,4 |
| +1,25 | +7,19 | | 2,6 |
| +1,50 | +7,44 | | 2,7 |
| +1,75 | +7,65 | | 2,8 |
| +2,00 | +7,92 | | 2,9 |
| +2,25 | +8,13 | | 3,0 |
| +2,50 | +8,38 | | 3,2 |
| +2,75 | +8,63 | | 3,3 |
| +3,00 | +8,86 | | 3,4 |
| +3,25 | +9,10 | | 3,5 |
| +3,50 | +9,34 | | 3,7 |
| +3,75 | +9,57 | | 3,8 |
| +4,00 | +9,81 | | 4,0 |
| -0,25 | +6,00 | -6,30 | 1,7 |
| -0,50 | | -6,55 | 1,6 |
| -0,75 | | -6,80 | 1,5 |
| -1,00 | | -7,05 | 1,5 |
| -1,25 | +5,50 | -6,80 | 1,4 |
| -1,50 | | -7,05 | 1,3 |
| -1,75 | | -7,30 | 1,3 |
| -2,00 | | -7,55 | 1,2 |
| -2,25 | +5,00 | -7,30 | 1,2 |
| -2,50 | | -7,55 | 1,1 |
| -2,75 | | -7,79 | 1,0 |
| -3,00 | | -8,04 | 1,0 |
| -3,25 | +4,50 | -7,79 | 1,0 |
| -3,50 | | -8,04 | 1,0 |
| -3,75 | | -8,28 | 1,0 |
| -4,00 | | -8,53 | 1,0 |

Charakteristické parametry čs. bodově zobrazujících skel PUNKTUR

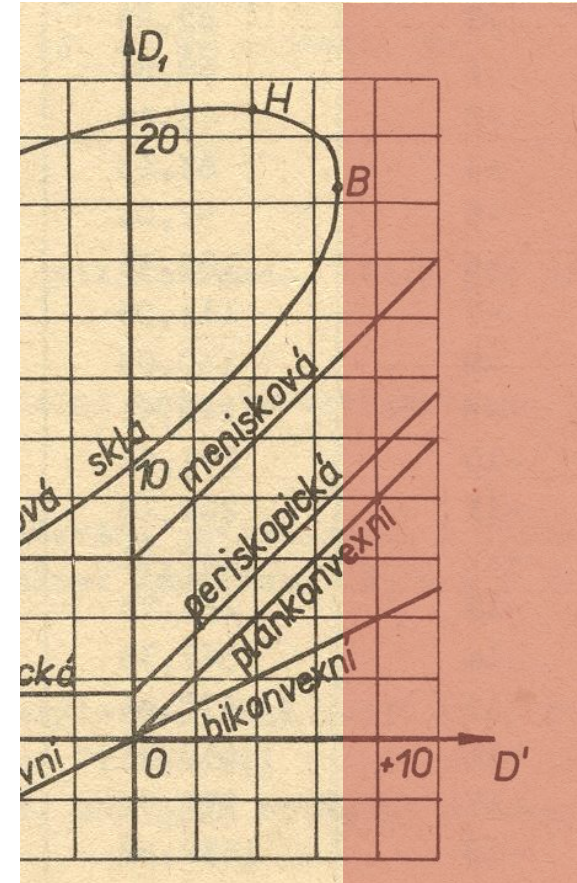
| Vrcholová lámavost K' [dpt] | Optická mohutnost vypuklé plochy D_1 [dpt] | Optická mohutnost duté plochy D_2 [dpt] | Středová tloušťka d [mm] | |
|-------------------------------|----------------------------------------------|-------------------------------------------|----------------------------|-----|
| S_1^+ S_2^+ +0,25 | φ_1^+ +6,355 | φ_2^+ | d 1,8 | |
| +0,50 | +6,601 | -6,153 | 1,8 | |
| +0,75 | +6,844 | | 1,9 | |
| +1,00 | +7,077 | | 2,0 | |
| +1,25 | +7,327 | | 2,1 | |
| +1,50 | +7,569 | | 2,2 | |
| +1,75 | +7,809 | | 2,3 | |
| +2,00 | +8,759 | | -6,882 | 2,4 |
| +2,25 | +8,997 | | | 2,5 |
| +2,50 | +9,234 | 2,6 | | |
| +2,75 | +9,464 | 2,8 | | |
| +3,00 | +9,687 | 3,1 | | |
| +3,25 | +9,926 | 3,1 | | |
| +3,50 | +10,159 | 3,2 | | |
| +3,75 | +10,391 | 3,3 | | |
| +4,00 | +10,617 | 3,5 | | |
| +4,50 | +11,308 | -7,164 | 4,1 | |
| +5,00 | +11,472 | | 4,5 | |
| +5,50 | +12,168 | | 4,9 | |
| +6,00 | +12,599 | | 5,2 | |
| -0,25 | +6,173 | -7,449 | 1,6 | |
| -0,50 | | -7,736 | 1,5 | |
| -0,75 | | -7,990 | 1,4 | |
| -1,00 | | -8,232 | 1,3 | |
| -1,25 | | -8,444 | 1,1 | |
| -1,50 | | -8,699 | 1,0 | |
| -1,75 | | -8,963 | 0,9 | |
| -2,00 | | -9,214 | 0,9 | |
| -2,25 | | -8,444 | 0,9 | |
| -2,50 | | -8,699 | 0,9 | |
| -2,75 | | -8,963 | 0,9 | |
| -3,00 | | -9,214 | 0,9 | |
| -3,25 | | -9,473 | 0,9 | |
| -3,50 | | -9,694 | 0,8 | |
| -3,75 | | +5,451 | -9,214 | 0,8 |
| -4,00 | | | -9,473 | 0,7 |
| -4,50 | -9,966 | | 0,7 | |
| -5,00 | +4,705 | -9,694 | 0,6 | |
| -5,50 | | -10,197 | 0,6 | |
| -6,00 | | -10,728 | 0,6 | |

Možnosti realizace bodově zobrazujících čoček


ZEISS
KATRALGLÄSER
 — für Star-Operierte —

| Blick- richtung | Schriftproben | | Blick- richtung |
|--------------------|---------------|--|--------------------|
| 0° | | | 0° |
| 10° | | | 10° |
| 20° | | | 20° |
| 30° | | | 30° |

Schriftproben, gesehen durch
 ein gleichseitiges Starglas ein Katralglas
 von + 13 dptr von + 13 dptr
 in den angegebenen Blickrichtungen zur optischen Achse
 des Glases



Optické vlastnosti materiálů brýlových čoček

důležité parametry:

- index lomu
- hustota
- Abbeovo číslo
- UV mezní bod
- curve variation factor (CVF)
- odrazivost

index lomu

n_d ... pro čáru d

n_e ... pro čáru e

| Medium | n_d | n_e | CVF | Density | UV cut-off | Abbe | ρ (%) |
|---------------------|-------|-------|------|---------|------------|------|------------|
| Glasses | | | | | | | |
| White Crown | 1.523 | 1.525 | 1.0 | 2.5 | 320 | 59 | 4.3 |
| Light flint | 1.600 | 1.604 | 0.87 | 2.6 | 334 | 42 | 5.3 |
| 1.7 glasses | 1.700 | 1.705 | 0.75 | 3.2 | 340 | 35 | 6.7 |
| | 1.701 | 1.706 | 0.75 | 3.2 | 320 | 42 | 6.7 |
| 1.8 glasses | 1.802 | 1.807 | 0.65 | 3.7 | 332 | 35 | 8.2 |
| | 1.830 | 1.838 | 0.63 | 3.6 | 340 | 32 | 8.6 |
| 1.9 glasses | 1.885 | 1.893 | 0.59 | 4.0 | 340 | 31 | 9.4 |
| Plastics | | | | | | | |
| CR39 | 1.498 | 1.500 | 1.0 | 1.3 | 355 | 58 | 4.0 |
| INDO Superfin | 1.523 | 1.525 | 0.95 | 1.3 | 350 | 48 | 4.3 |
| Trivex® | 1.532 | 1.535 | 0.94 | 1.1 | 380 | 46 | 4.4 |
| Sola Spectralite | 1.537 | 1.540 | 0.93 | 1.2 | 385 | 47 | 4.5 |
| Corning SunSensors® | 1.555 | 1.558 | 0.90 | 1.2 | 380 | 38 | 4.7 |
| PPG HIP | 1.560 | 1.563 | 0.89 | 1.2 | 370 | 38 | 4.8 |
| AO Alphalite 16XT | 1.582 | 1.585 | 0.86 | 1.3 | 380 | 34 | 5.1 |
| Polycarbonate | 1.586 | 1.589 | 0.85 | 1.2 | 385 | 30 | 5.2 |
| Hoya Eyas 1.6 | 1.600 | 1.603 | 0.83 | 1.3 | 380 | 42 | 5.3 |
| Polyurethanes | 1.600 | 1.603 | 0.83 | 1.3 | 380 | 36 | 5.3 |
| | 1.609 | 1.612 | 0.82 | 1.4 | 380 | 32 | 5.4 |
| | 1.660 | 1.664 | 0.75 | 1.4 | 375 | 32 | 6.2 |
| | 1.670 | 1.674 | 0.74 | 1.4 | 395 | 32 | 6.3 |
| Hoya Eyry 1.7 | 1.695 | 1.710 | 0.72 | 1.4 | 380 | 36 | 6.7 |
| High index 1.71 | 1.710 | 1.715 | 0.70 | 1.4 | 380 | 36 | 6.9 |
| Very high index | 1.740 | 1.746 | 0.67 | 1.5 | 400 | 33 | 7.3 |

Optické vlastnosti materiálů brýlových čoček

důležité parametry:

- **index lomu**

- hustota
- Abbeovo číslo
- UV mezní bod

- curve variation factor (CVF)
- odrazivost

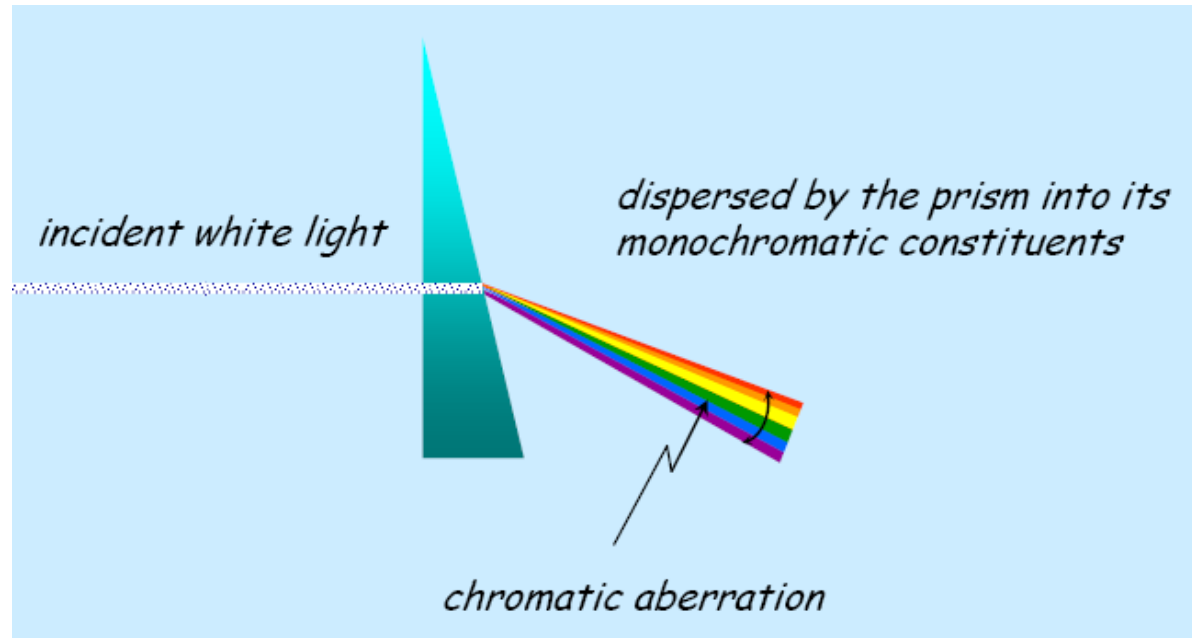
| | | |
|-----------------|---------------|------------|
| normal index | $n \geq 1.48$ | but < 1.54 |
| mid index | $n \geq 1.54$ | but < 1.64 |
| high index | $n \geq 1.64$ | but < 1.74 |
| very high index | $n \geq 1.74$ | |

Optické vlastnosti materiálů brýlových čoček

důležité parametry:

- index lomu
- hustota
- **Abbeovo číslo**
- UV mezní bod
- curve variation factor (CVF)
- odrazivost

$$V_e = \frac{n_e - 1}{n_{F'} - n_{C'}}$$



Optické vlastnosti materiálů brýlových čoček

důležité parametry:

- index lomu
- hustota
- **Abbeovo číslo**
- UV mezní bod

$$v_e = \frac{n_e - 1}{n_{F'} - n_C}$$

- curve variation factor (CVF)
- odrazivost

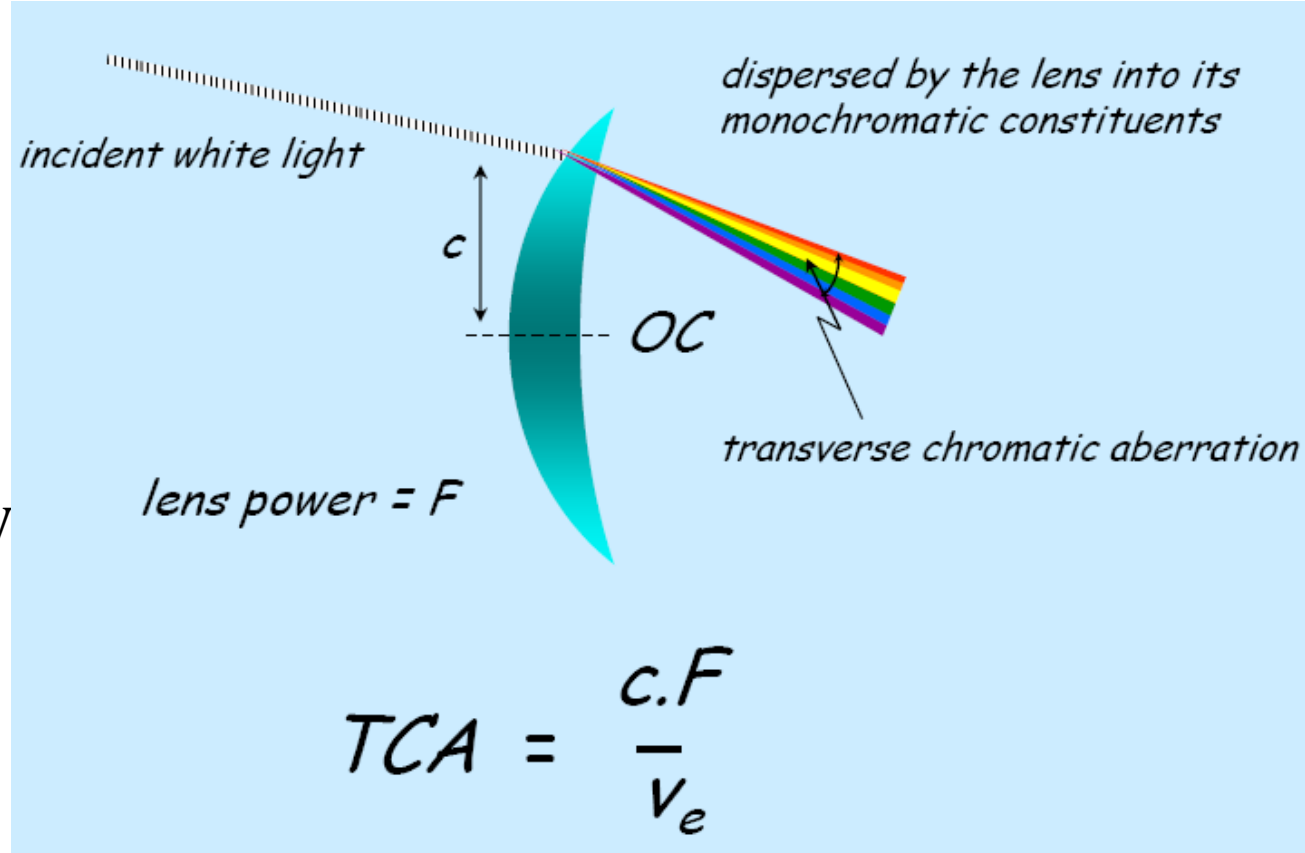
| Designation | Element | Wavelength (nm) | Designation | Element | Wavelength (nm) |
|---------------------------|----------------|-----------------|-------------|-----------------|-----------------|
| y | O ₂ | 898.765 | c | Fe | 495.761 |
| Z | O ₂ | 822.696 | F | H β | 486.134 |
| A | O ₂ | 759.370 | d | Fe | 466.814 |
| B | O ₂ | 686.719 | e | Fe | 438.355 |
| C | H α | 656.281 | G' | H γ | 434.047 |
| a | O ₂ | 627.661 | G | Fe | 430.790 |
| D ₁ | Na | 589.592 | G | Ca | 430.774 |
| D ₂ | Na | 588.995 | h | H δ | 410.175 |
| D₃ or d | He | 587.5618 | H | Ca ⁺ | 396.847 |
| e | Hg | 546.073 | K | Ca ⁺ | 393.368 |
| E ₂ | Fe | 527.039 | L | Fe | 382.044 |
| b ₁ | Mg | 518.362 | N | Fe | 358.121 |
| b ₂ | Mg | 517.270 | P | Ti ⁺ | 336.112 |
| b ₃ | Fe | 516.891 | T | Fe | 302.108 |
| b ₄ | Fe | 516.891 | t | Ni | 299.444 |
| b ₄ | Mg | 516.733 | | | |

Optické vlastnosti materiálů brýlových čoček

důležité parametry:

- index lomu
- hustota
- **Abbeovo číslo**
- UV mezní bod
- curve variation factor (CV)
- odrazivost

$$V_e = \frac{n_e - 1}{n_{F'} - n_{C'}}$$



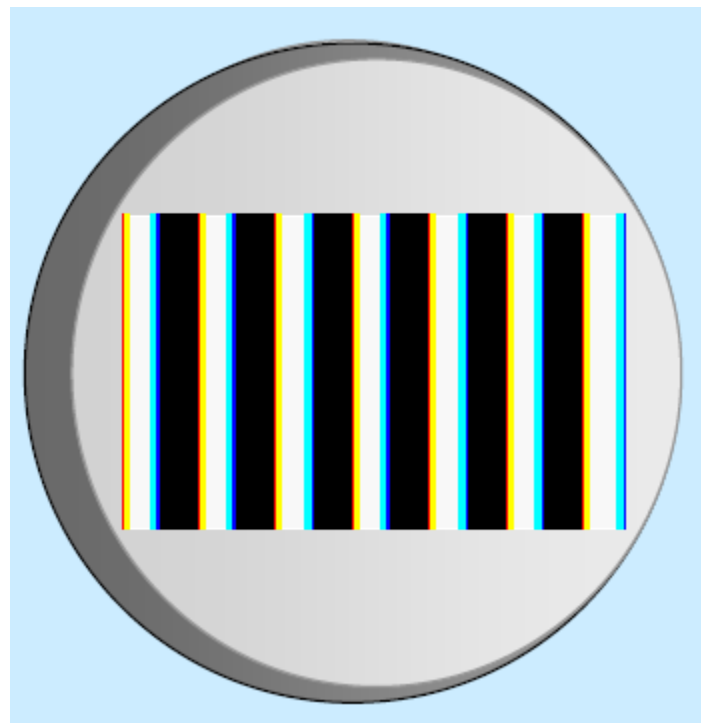
Optické vlastnosti materiálů brýlových čoček

důležité parametry:

- index lomu
- hustota
- **Abbeovo číslo**
- UV mezní bod

$$V_e = \frac{n_e - 1}{n_F' - n_C'}$$

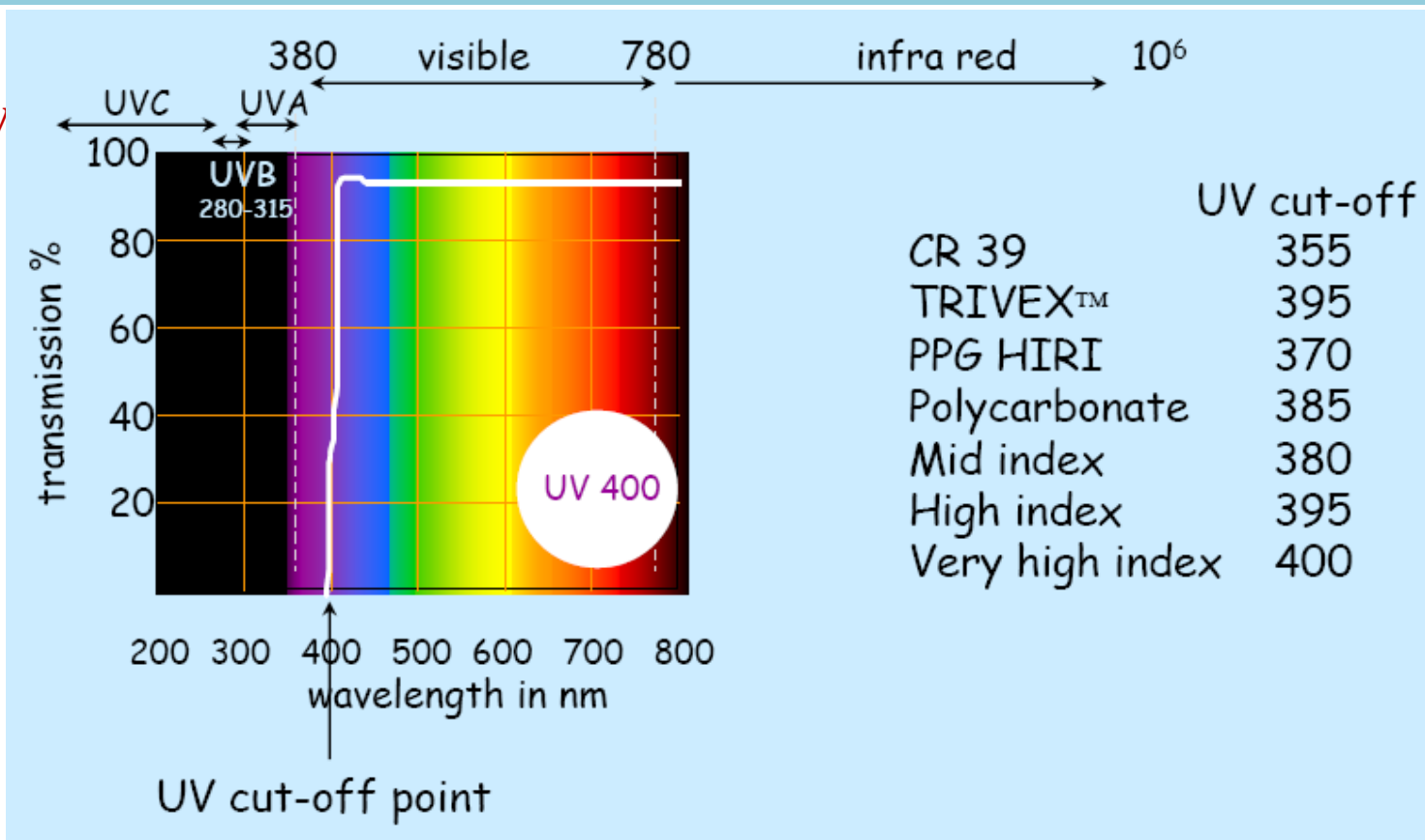
- curve variation factor (CVF)
- odrazivost



Optické vlastnosti materiálů brýlových čoček

důležité parametry

- index lomu
- hustota
- Abbeovo číslo
- **UV mezní bod**
- CVF
- odrazivost



Optické vlastnosti materiálů brýlových čoček

důležité parametry:

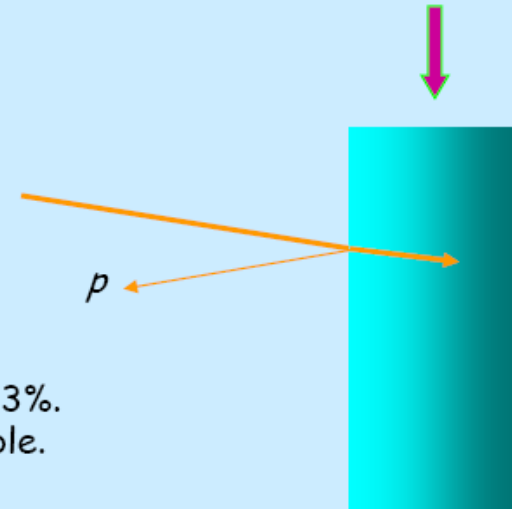
- index lomu
- hustota
- Abbeovo číslo
- UV mezní bod
- CVF
- **odrazivost**
(kolmý dopad)

| Glass type | index | CVF | Abbe No | density | reflectance | T% |
|-----------------|-------|------|---------|---------|-------------|------|
| crown | 1.525 | 1.0 | 59 | 2.5 | 4.3% | 91.6 |
| mid-index | 1.604 | 0.87 | 42 | 2.6 | 5.4% | 89.5 |
| high index | 1.705 | 0.75 | 42 | 3.2 | 6.8% | 86.9 |
| very high index | 1.807 | 0.65 | 35 | 3.7 | 8.3% | 84.2 |
| very high index | 1.892 | 0.59 | 31 | 4.0 | 9.5% | 81.9 |

Fresnel's fraction.

$$p = \left[\frac{n - 1}{n + 1} \right]^2 \times 100\%$$

For $n = 1.525$, the fraction turns out to be 4.3%.
Values for other indices are given in the table.



Optické vlastnosti materiálů brýlových čoček

důležité parametry:

- index lomu
- hustota
- Abbeovo číslo
- UV mezní bod

$$CVF = \frac{(n_{\text{base}} - 1)}{(n_{\text{mat}} - 1)}$$

n_{base} is the refractive index of the base material

n_{mat} is the refractive index of the material being compared

- **curve variation factor (CVF)**

- odrazivost

vystihuje odchylku objemu a tloušťky ve srovnání s korunovým sklem, např.

1,0 ... plný objem

0,75 ... o 25 % menší objem