Praktická brýlová optika

vydalo:

R+H Optik

Na Petynce 90 / 151
160 00 Praha 6

Autor: Richard Baštecký

Recenze: Doc. MUDr. Milan Anton
RNDr. Milan Křížek
MUDr. Pavel Rezek
Ladislav Najman
a mnoho dalších očních optiků a optometristů, kterým autor tímto srdečně děkuje

Praktická brýlová optika - obsah

strana

Historie		7
Složení oka		10
Oční svaly		10
Model oka		11
Gullstrandovo schématické oko		11
Hodnoty Gullstrandova schématického oka		11
Vísus		12
Optotyp		12
Daleký bod - R		13
Refrakční stav oka - AR (axiální refrakce)		13
Blízký bod - P		14
Akomodační šíře - AŠ		14
Graf průměrné výše akomodační šíře		14
Zrakové vady	Emetropie	15
	Myopie	15
	Hypermetropie	15
	Astigmatismus	16
	Rozdělení astigmatismu	16
	Presbyopie	17
Optické příčiny zrakových vad	Osová ametropie	17
	Lomivá ametropie	17
	Radiusová ametropie	17
	Indexová ametropie	17
Četnost výskytu zrakových vad		17
Korekce zrakových vad	Myopie - krátkozrakost	18
	Hypermetropie - dalekozrakost	18
	Astigmatismus	19
	Presbyopie	19
	Kombinace ametropií s presbyopií	19

Sférické čočky		20
Torické čočky		20
Model astigmatického zobrazení		21
Sturmův konoid		21
Optická mohutnost		22
Gullstrandova rovnice		22
Vrcholová lámavost		23
Vlastní zvětšení čočky N		23
Hlavní body H, H´		24
Měření brýlových čoček	sférických	25
	tórických	26
Prismatické čočky		27
Tabo schema		27
Použití prismatických čoček	Ortoforie	28
	Fúze	28
	Heteroforie	28
	Heterotropie	28
	Exoforie	28
	Esoforie	29
	Hyperforie	29
	Hypoforie	29
	Cykloforie	30
	Smíšené forie	30
Měření prismatických čoček		31
Jednoohniskové brýlové čočky	Vztažný bod	32
	Optický střed	32
	Geometrický střed	32
	Decentrované -prismatické čočky	32
	Index lomu	33
	Hustota	33

	Abbeovo číslo	33
	Barevná vada čočky	33
	Propustnost - transmise	34
	Světlo	34
	UV - záření / UV - filter	34
Struktura a vlastnosti skla	Korunová skla	36
	Flintová skla	36
Nevýhody výšelomivých materiálů		37
Stupeň vlastní refexe (silikát)		37
Výhody výšelomivých materiálů		37
Umělé hmoty		38
Stupeň vlastní refexe (plast)		38
Asférické čočky		39
Asférická plocha		40
Centrování asférických brýlových čoček		41
Pupilární distance PD		43
Měření PD		44
Vzdálenost brýlové čočky od rohovky		45
Bifokální - dvouohniskové - čočky		46
Skok obrazu u bifokálních čoček		47
Hloubka ostrosti		47
Centrování bifokálních čoček		48
Trifokální - čočky		49
Multifokální - víceohniskové - čočky		50
Variabilní inset		50
Centrování multifokálních čoček		51
Měření a kontrola multifokálních čoček		51
Rekonstrukce vztažných bodů		52
Lentikulární čočky	Dialenti	53
Redukce středové tlouštky		54

Fresnelovy folie		56
Měření brýlových obrub		57
Přizpůsobování brýlí		58
Antireflexní vrstvy	Vnitřní reflexy	59
	Rohovkové reflexy	59
	Vnější reflexy	59
Vlastní reflexe jednotlivých materiálů		59
Tvrzení brýlových čoček	silikátových	61
	silikátových - tepelné	61
	silikátových - chemické	61
	plastových	62
Lupy	zvětšení	63
Dalekohledy	Keplerův	65
	Gallileův	65
Polarisace světla		66
Úvod do refrakce	Nejlepší sférická čočka	67
	Zkřížený cylindr	70
	Červeno - zelený test	75
Binokulární korekce	Balken test	76
Korekce do blízka		77
Použitá litaratura		78
Abecední rejstřík		79

Z HISTORIE OPTIKY

První skleněné předměty vznikly v polovině čtvrtého tisíciletí před naším letopočtem v Egyptě. To však byly šperky a uplynulo ještě mnoho času, než bylo sklo použito ke korekci vidění. Dokonce ani historicky doložený Neronův smaragd, o němž římský učenec Plinius Starší ve svém díle Historia naturalis vypráví, že ho císař používal ke sledování gladiátorských zápasů, nebyl korekční pomůckou, ale ochranou proti slunečním paprskům. Vždyť "není příjemnější barvy pro oči než je barva smaragdu", praví sám Plinius dále ve svém díle a navíc Nero podle dnešních historiků nebyl krátkozraký.
Smaragd je zelený drahokam - odrůda nerostu berylu. Název brýle pravděpodobně souvisí s názvem tohoto nerostu.

Ve druhém století n.l. Claudius Ptolemaius z Alexandrie popisuje ve svém díle o optice měření světelných paprsků. Téměř o tisíc let později se v díle Poklad optiky arabského učence Ibn el Heithama vyskytuje věta, že skleněný kulový segment může sloužit k tomu, aby pozorovaný předmět byl viděn zvětšený. Jeho dílo bylo přeloženo do latiny a rychle se rozšířilo po klášterech a mezi učenci západního světa.

Roger Bacon (asi 1214 - 1294) byl anglický františkánský filozof. Zabýval se optikou, pravděpodobně studoval knihu Ibn el Heithama. V roce 1267 vydal dílo Opus majus, ve kterém uvádí zjištění, že skleněnými kulovými segmenty mohou staří lidé vidět malá písmena v dostatečné velikosti. To jistě přispělo k vynalezení brýlí.

Podle starých dokumentů a kronik brýle pocházejí z Itálie. Ve státním archivu města Benátek je zápis ve výnosu Vysoké rady z roku 1300, že se zakazuje nahrazovat křišťálové sklo pro brýle sklem obyčejným. V jedné kronice kláštera svaté Kateřiny v Pise je zápis z roku 1305, že zručný mnich Alexandr della Spina je schopen samostatně zhotovovat brýle. Ve vatikánských archivech z roku 1316 je další zápis, že biskup získal brýle z Bologne. V jedné vatikánské bibliotéce z roku 1283 je psáno, že při nalezení hrobu svaté Magdaleny byl s námahou a jen s pomocí křišťálu přečten nápis na rakvi velmi poškozené stářím.

Nejdříve se používalo plankonvexních kulových segmentů broušených ze skla nebo křišťálu, nebo též jiných polodrahokamů, které se pokládaly rovinnou plochou na písmo (lapides ad legendum). Později - jak je zjištěno na mnoha obrazech - se sklo přidržovalo mezi okem a písmem. Přidržování skla u oka je zaznamenáno italským badatelem Albertottim v roce 1290 v Benátkách.

V době před 600 lety lze prokazatelně mluvit o dvou výrobních oblastech brýlí. Jedna z nich se nalézala v jižním Nizozemí (Brabantsku), podle berylu, ze kterého byla skla broušena, byly tam brýle nazývány "Bril". Druhou oblastí byly Benátky, kde se brýle označovaly "occhiale". Ve francouzských spisech z těch dob se pro brýle používá výrazu "bericle". kdežto název "lunettes" se objevuje teprve později.

Obroučky starých brýlí se vyráběly ze železa, ze stříbra či ze zlata, zejména však z rohoviny nebo z kosti. Nejstarší brýle, o nichž je zpráva z roku 1313, i nejstarší brýle, znázorněné na obraze z roku 1352, měly obruby vyrobeny nepochybně z kosti. Brýle nemohly na nose sedět, proto se před očima přidržovaly držátkem.

Podstatného významu nabyly brýle po vynálezu knihtisku. Nejstarší brýlařské předpisy se zachovaly v opisech řezenského městského archivu. Pocházejí z let 1510 - 1520. Druhé, zachované předpisy, opatřené kresbami, byly vydány v roce 1550, v dobách velkého rozkvětu brýlařského cechu.

Byly vyráběny hlavně spojné čočky, nepostradatelné pro čtení pro starší lidi, učence, obchodníky i starší ženy vykonávající ruční práce. Pravděpodobně byly také broušeny rozptylné čočky. Skla se tehdy označovala jako "stará" a "mladá". Tehdy panoval názor, že krátkozrakost se vyskytuje zejména v mládí.

Od roku 1600 začaly ceny brýlí nezadržitelně klesat, až na některé zvláštní exempláře. V roce 1750 klesla cena brýlí nejen v Německu, ale i v Nizozemsku proto, že skla již nebyla broušena, ale jen lisována za horka.

První brýle s držadly za uši přišly v roce 1792 z Anglie a označovaly se jako "větrovky". Jejich cena byla poměrně vysoká. V témže roce byly v norimberském závodě vdovy po brýlařském mistru Belgradovi vyrobeny brýle pro afakické oči a první ocelové brýle.

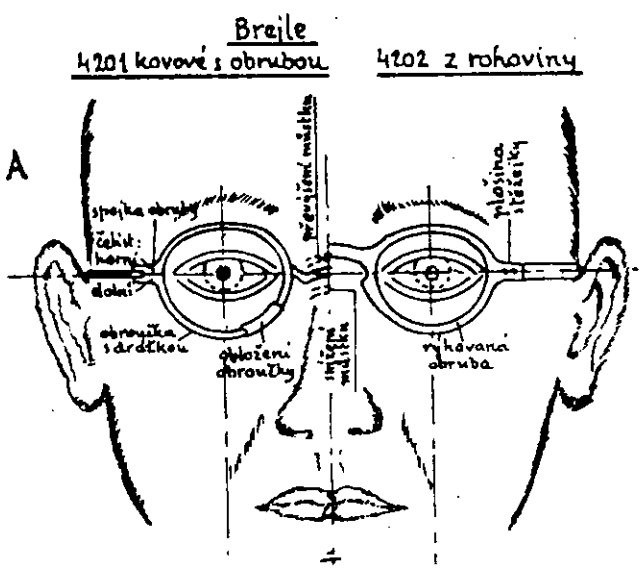
K nám, do českých zemí, se brýle pravděpodobně dostaly z Německa a jejich prodejem se nejprve zabývali podomní obchodníci. Brýlařské řemeslo nebylo u nás na vysoké úrovni. Teprve po návratu odvážnějších optiků, kteří odešli do Němečka na zkušenou, došlo k vyrovnání úrovně se sousedními státy. (Podobná situace vznikla po druhé světové válce, k vyrovnávání úrovně dochází až po roce 1989.)

V 80.letech 19.stol. nebyly ještě nemocenské pokladny. Každý si musel brýle nebo cvikr koupit sám. V menších závodech stály takové brýle jednu zlatku, ve větších jednu a půl zlatky. Pro lepší zákazníky se vyráběly brýle i skřipce zlaté. Hodně se zabrušovala skla křišťálová, jejichž broušení trvalo jeden a půl hodiny.

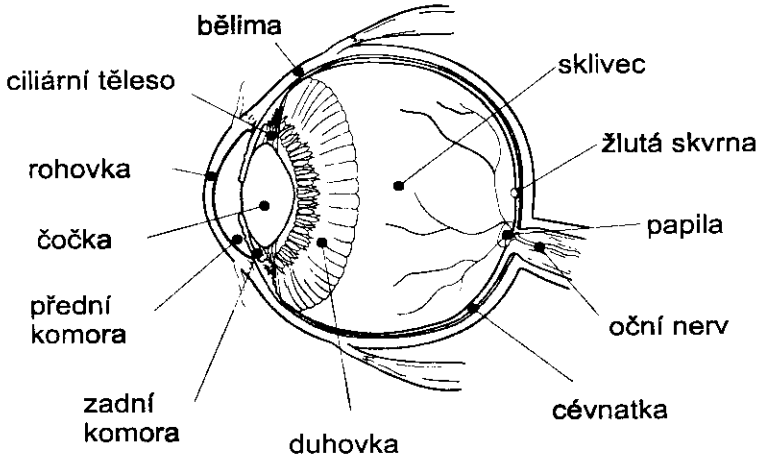
O začátcích národního podniku Okula Nýrsko mluví paměti Antonína Vejvody: "V roce 1895 jsem byl vyzván bývalým šéfem, panem Vilémem Ecksteinem, který přestěhoval továrnu z Vídně do Nýrska, kde koupil mlýn a v jeho prostorách zřídil optickou výrobu, abych k němu alespoň na nějakou dobu jel a pomáhal tamnější zemědělské dělníky zaučit v optické výrobě. Pracoval tam s pražskými optiky panem Šebkem a Dittrichem. Se zemědělskými pracovníky byla práce hodně těžká, až k zlosti. Mořil jsem se tam pět roků a pak jsem se vrátil opět do Prahy."

Generace očních optiků začátku druhé poloviny 20.století prošla snad největšími změnami v oboru oční optiky. Měřili brýlová skla neutralizací cejchovanými cvikry, pak kovovými sférometry. Fokometry přišly teprve později. Z optických dílen zmizely šlapací brusy, byly vytlačeny dováženými karborundovými brusy hnanými elektrickým motorem. Současnost jsou bezšablonové automatické brusy.

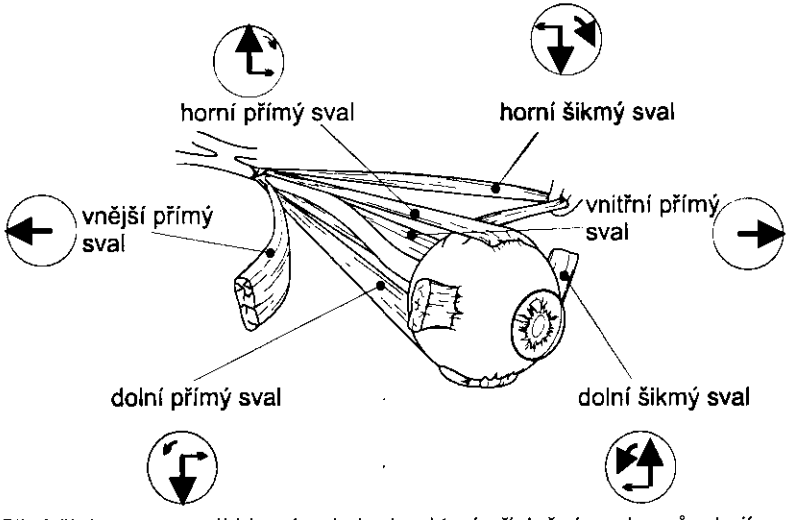
Z HISTORIE OPTIKY



Složení oka



Oční svaly
(pravé oko)

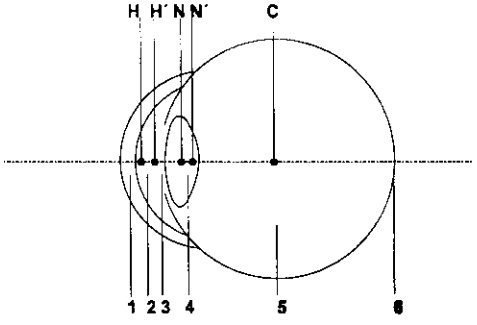


Silné šipky znamenají hlavní pohyb oka, který příslušné svaly způsobují.
Slabé šipky značí vedlejší účinky příslušných svalů.

Model oka

Paprsky procházející okem, procházejí různými optickými prostředími a lámavými plochami, které společně tvoří optickou soustavu oka.

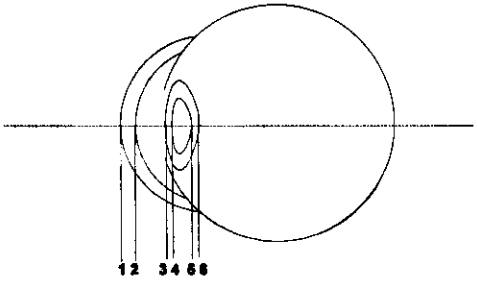
Jsou to:
1 - rohovka
2 - komorová voda
3 - zornice
4 - oční čočka
5 - sklivec
6 - sítnice
H H´ - hlavní body
N N´ - uzlové body
C - otočný bod oka



Gullstrandovo schématické oko

Gullstrandův model schématického oka vychází z předpokladu, že jednotlivé prvky optické soustavy oka jsou kulové.

1 - přední plocha rohovky
2 - zadní plocha rohovky
3 - přední plocha čočky
4 - přední plocha jádra čočky
5 - zadni plocha jádra čočky
6 - zadní plocha čočky



Některé hodnoty Gullstrandova schématického oka:

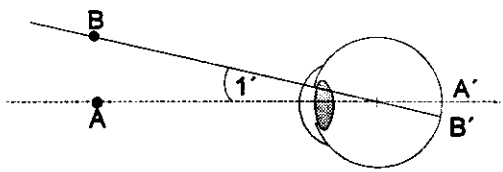
délka	24 mm
celková optická mohutnost bez akomodace	58,64 dpt
celková optická mohutnost s akomodací	70,57 dpt
celková optická mohutnost čočky bez akomodace	19,11 dpt
celková optická mohutnost čočky s akomodaci	33,06 dpt
zakřivení přední plochy rohovky	7,70 mm

Visus

Stupeň zrakové ostrosti oka. Vyšetřuje se na optotypech ze vzdálenosti nejméně 5 nebo 6 metrů. Vyjadřuje se zlomkem, kde v čitateli je vyšetřovací vzdálenost v metrech a ve jmenovateli číslo řádku na optotypu, který oko ještě rozliší. U moderních projekčních optotypů je visus vyjádřen podílem tohoto zlomku.

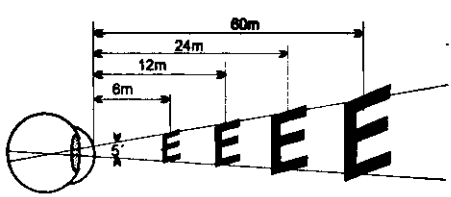
$$V = \frac{6}{6} = 1 = (100\%)$$

Normální lidské oko je je schopno rozlišit dva body, jestliže se zobrazí na sítnici pod úhlem větším než jedna úhlová minuta (minimum separabile).



Optotyp

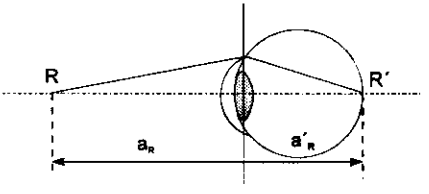
- je skupina obrazců, písmen. Nejznámější jsou Snellenovy optotypy sestavené z písmen a číslic. Písmena a číslice jsou zakreslena do čtverce, který se z určité vzdálenosti zobrazí na sítnici pod úhlem 5´. Tloušťka značky se rovná jedné pětině strany čtverce a odpovídá jedné úhlové minutě. Číslo řádku udává největší vzdálenost v metrech, ze které by jej mělo emetropické oko rozlišit.



Daleký bod - R

Bod na optické ose oka, který se ostře zobrazí na sítnici při uvolněné (minimální - nulové) akomodaci. Převrácená hodnota jeho vzdálenosti v metrech nám udává refrakční stav oka.

Příklad polohy dalekého bodu před okem - myopie



Refrakční stav oka - A_R (axiální refrakce)

Zjednodušeně řečeno: udává hodnotu která chybí optickému systému oka do stavu normálního viděni (emetropie).
Pro jeho výpočet je třeba znát polohu dalekého bodu, který se může nacházet:

a) v nekonečnu před okem, pak

$$A_R = \frac{1}{\text{nekonečno}} = 0 \text{ Dpt} \quad \Rightarrow \text{emetropie}$$

b) v konečné vzdálenosti a_R před okem, pak se dosazuje vzdálenost a_R v metrech se znaménkem - (minus)

$$A_R = \frac{1}{-a_R} = -x \text{ Dpt} \quad \Rightarrow \text{myopie}$$

c) v konečné vzdálenosti za okem, pak se dosazuje jeho vzdálenost se znaménkem + (plus)

$$A_R = \frac{1}{+a_R} = +x \text{ Dpt} \quad \Rightarrow \text{hypermetropie}$$

Blízký bod - P

Bod na optické ose oka, který se ostře zobrazí na sítnici oka při maximální akomodaci (nejvíce vyklenuté čočce). S přibývajícím věkem tuto schopnost čočka ztrácí snižováním elasticity a blízký bod se posouvá dále od oka a přibližuje se dalekému bodu (oko není schopno zaostřit blízké předměty). Tomuto stavu se říká p r e s b y o p i e. O presbyopii jako takové hovoříme je-li Aš < 4 dpt, což se projevuje po cca.40ti letech.

$$A_p = \frac{1}{\pm a_p}$$

+ blízký bod za okem
- blízký bod před okem

Akomodační šíře - $A_š$

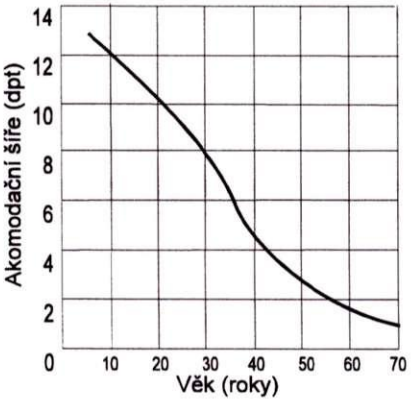
Vyjadřuje v dioptriích, o kolik je schopna čočka zvýšit svou optickou mohutnost. K jejímu zjištění je třeba znát polohu dalekého a blízkého bodu. Platí vztah:

$$A_š = A_R - A_p \quad \text{, kde}$$

A_p je převrácená hodnota polohy blízkého bodu v metrech s respektováním znaménkové konvence jako u A_R.

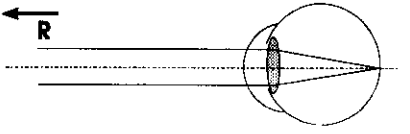
Nejvyšších hodnot dosahuje v dětství, ve stáří je téměř nulová.

Graf průměrné výše akomodační šíře v závislosti na věku.



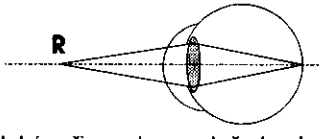
Zrakové vady

Emetropie

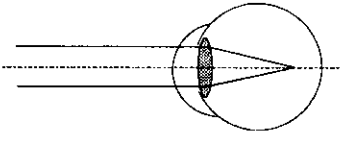


Při emetropii leží bod daleký při zcela uvolněné akomodaci v nekonečnu před okem. Paprsky rovnoběžné s optickou osou, vcházející do oka, se protínají na sítnici.

Myopie

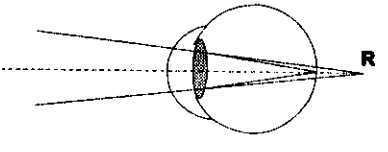


Při myopii leží bod daleký při zcela uvolněné akomodaci v konečné vzdálenosti před okem.

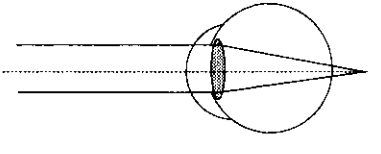


Paprsky rovnoběžné s optickou osou, vcházející do oka se střetávají před sítnicí.

Hypermetropie

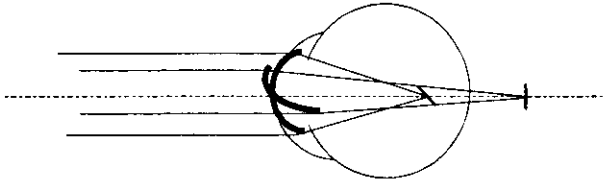


Při hypermetropii leží bod daleký, při zcela uvolněné akomodaci, za okem.



Paprsky rovnoběžné s optickou osou, vcházející do oka, se střetávají za sítnicí.

Astigmatismus - pravidelný

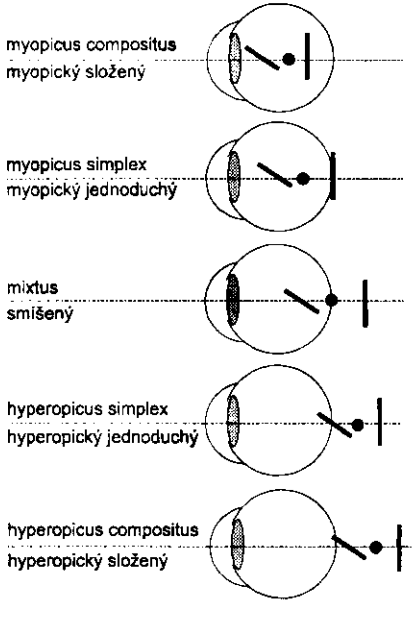


Je způsoben různým zakřivením převážně přední plochy rohovky ve dvou úsečkách na sebe kolmých. Paprsky rovnoběžné s optickou osou vcházející do oka nevytvářejí jedno ohnisko, ale dvě na sebe kolmé úsečky (fokály) v různé vzdálenosti. Mezi těmito úsečkami (fokálami) se nachází kruh nejmenšího rozptylu, ve kterém nedochází k tvarové deformaci obrazu, ale pouze k jeho rozostření.

Rozdělení astigmatismu

Astigmatismus rectus - přímý - podle pravidla více lomivá osa cca. 90°
Astigmatismus inversus - nepřímý - proti pravidlu více lomivá osa ca.180°
Astigmatismus obliqus - šikmých os - více lomivá osa cca. 45°

Podle polohy ohniskových úseček (fokál) vůči sítnici oka dělíme astigmatismus na několik typů:



Presbyopie

Česky se někdy říká starozrakost nebo stařecká dalekozrakost - vetchozrakost. S přibývajícím věkem ztrácí čočka elasticitu a tím i schopnost zaostřit do blízka. Snižuje se tedy hodnota akomodační šíře. Tento jev se projevuje po cca. 40. roce života. Je to fyziologický proces.

Optické příčiny refrakčních vad - ametropií

Osová ametropie:

Lomivost oka odpovídá "průměrnému oku", předozadní délka oka se ale od něj odlišuje.

Z možnosti vyplývá:	-hypermetropie	- oko krátké
	-myopie	- oko dlouhé

Lomivá ametropie:

Předozadní délka oka odpovídá "průměrnému oku", ale lomivost oka se odlišuje.

Z možnosti vyplývá:	-hypermetropie	- lomivost nízká
	-myopie	- lomivost vysoká

Radiusová ametropie:

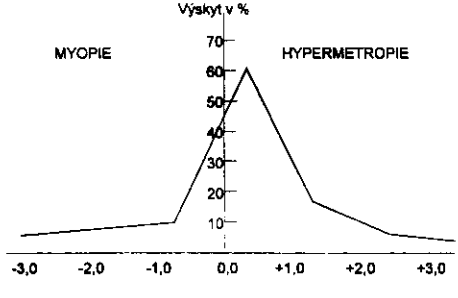
Způsobená odchylkou poloměru zakřivení některé lámavé plochy od normálu.

Indexová ametropie:

Způsobená odchylkou indexu lomu některého optického prostředí v oku od normálu.

Jediná hodnota, kterou můžeme u ametropického oka změřit, je nedostatek nebo přebytek lámavosti oproti stejně stavěnému emetropickému oku. V současné době lze měřit ultrazvukem i předozadní délku oka.

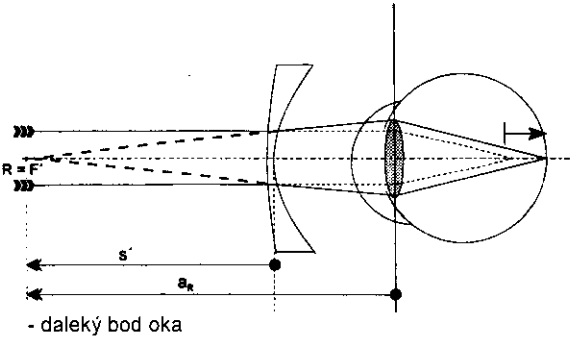
Četnost výskytu zrakových vad



Korekce zrakových vad

Myopie - krátkozrakost

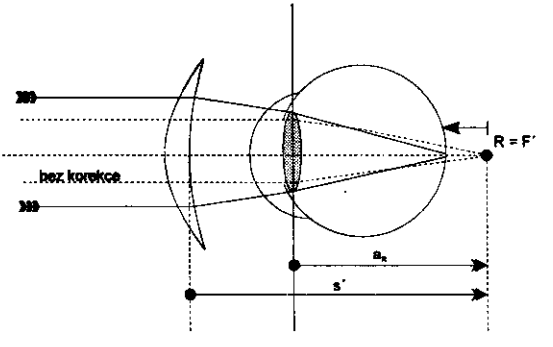
je korigována **r o z p t y l n o u č o č k o u** (mínusovou, konkávní) , která posune obraz na sítnici. Ohnisková vzdálenost této čočky je shodná se vzdáleností dalekého bodu oka z m e n š e n o u o vzdálenost čočky před okem.
Koriguje se **n e j s l a b š í** rozptylkou, se kterou zkoušený přečte řádek 6/6 nebo lepší.



R - daleký bod oka
F' - obrazové ohnisko čočky
s' - sečná ohnisková vzdálenost
a_R - vzdálenost dalekého bodu

Hypermetropie - dalekozrakost

je korigována **s p o j n o u č o č k o u** (plusovou, konvexní) , která posune obraz na sítnici. Ohnisková (obrazová) vzdálenost tohoto skla je shodná se vzdáleností dalekého bodu oka z v ě t š e n o u o vzdálenost čočky před okem.
Koriguje se **n e j s i l n ě j í** spojkou, se kterou zkoušený přečte řádek 6/6 nebo lepší.



Astigmatismus - pravidelný

Astigmatismus je korigován v obou hlavních řezech podle lámavého (refrakčního) stavu v daném řezu oka. Platí zde stejná pravidla jako u myopie a hypermetropie. Ke korekci se používají speciální čočky, kterým říkáme torické (cylindrické, astigmatické) čočky.

Presbyopie

je korigována plusovým přídavkem do blízka (u emetropa plusovou čočkou), jejíž hodnota lámavosti odpovídá tzv. **addici** (p l u s o v ý přídavek do blízka). Je to náhrada fyziologického úbytku akomodace při pohledu do blízka.

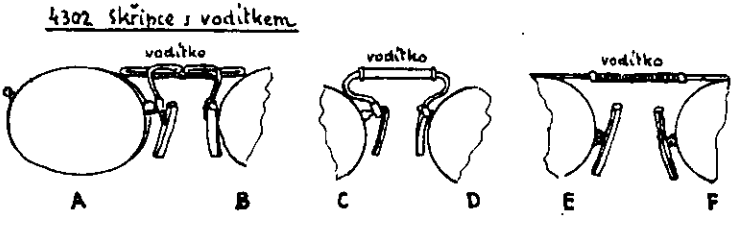
Kombinace ametropií s presbyopií

Korekce do dálky zůstává obvykle s rostoucím věkem na stejné hodnotě. Korekce do blízka se skládá ze s o u č t u korekce do dálky a addice. Addice s věkem roste až do hodnoty 3,0 dpt.

U torických čoček se addice přičítá jen ke sférické části korekce

Příklad 1:	korekce do dálky	sph +3,5	cyl +0,75
	addice	sph +2,5	
	korekce do blízka	sph +6,0	cyl +0,75
Příklad 2:	korekce do dálky	sph - 2,0	cyl +1,5
	addice	sph +1,5	
	korekce do blízka	sph - 0,5	cyl +1,5

Z HISTORIE OPTIKY

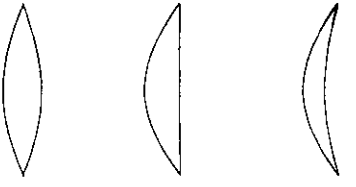


Sférické čočky

Sférické čočky jsou ohraničeny kulovými plochami. Poloměry křivosti těchto ploch určují, zda jde o spojku či rozptylku.

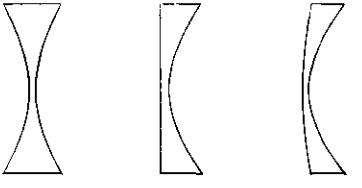
Tvary čoček: plusové - spojky - konvexní

bikonvexní plankonvexní konvexkonkávní



Tvary čoček : mínusové - rozptylky - konkávní

bikonkávní plankonkávní konvexkonkávní



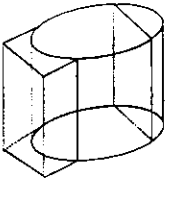
Torické čočky

Čočky s nejméně jednou torickou (cylindrickou) plochou nejsou k optické ose rotačně symetrické a nazývají se astigmatické čočky. Tyto čočky mají ve dvou na sebe kolmých rovinách různou vrcholovou lámavost. Tyto dvě roviny probíhají čočkou v tvz. **hlavních řezech**. Vrcholovou lámavost těchto čoček můžeme měřit pouze v těchto řezech. Rozdíl mezi vrcholovými lámavostmi obou řezů se nazývá astigmatická diference, nebo cylindrický účinek.

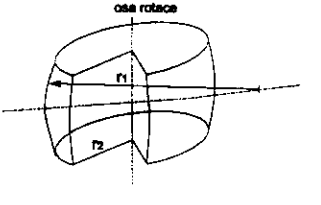
r_1 - poloměr kruhového oblouku

r_2 - poloměr rotace

cylidrická - válcová



torická

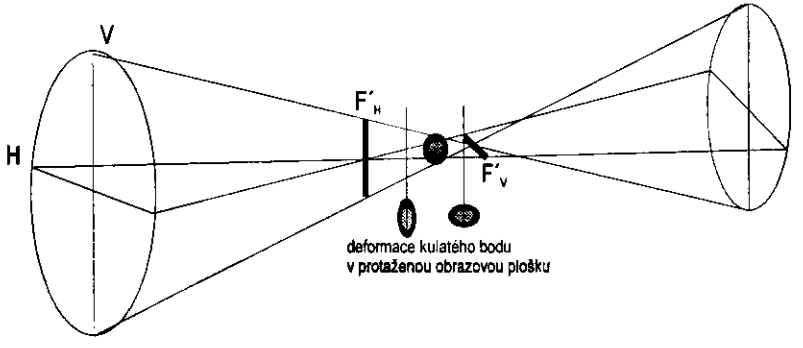


Torická plocha vzniká rotací kruhového oblouku okolo osy, která neprobíhá středem zakřivení tohoto oblouku.

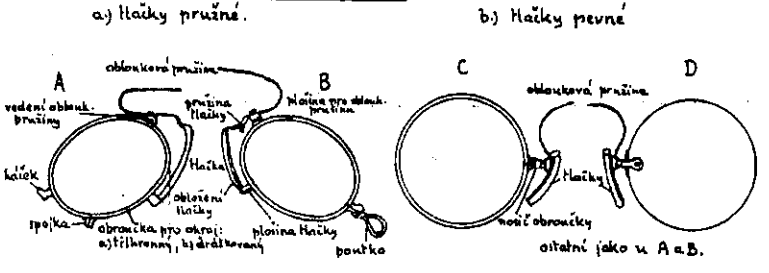
Model astigmatického zobrazení

Předmětový bod není zobrazen jako bod, ale je protažen ve dvě obrazové úsečky (fokály) v rozdílné obrazové vzdálenosti. Tyto úsečky jsou kolmé k optické ose čočky a leží v rovinách hlavních řezů čočky, které jsou na sebe kolmé. Ohnisková linie vytvořená soustavou paprsků určitého hlavního řezu je k rovině tohoto řezu kolmá. Mezi těmito obrazovými úsečkami dochází v určité poloze k symetrickému rozostření zobrazovaného bodu, které má kruhový charakter a označuje se jako k r u h n e j m e n š í h o r o z p t y l u.

Sturmův konoid



Z HISTORIE OPTIKY



Optická mohutnost a vrcholová lámavost

Optická mohutnost D čočky je funkcí optických mohutností D_1 a D_2 lámavých ploch a redukované tloušťky

Gullstrandova rovnice

$$D = D_1 + D_2 - \frac{d}{n} \cdot D_1 \cdot D_2$$

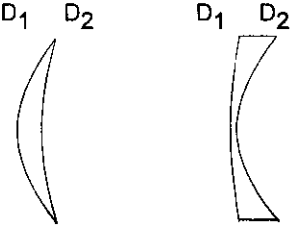
d = středová tloušťka v metrech
n = index lomu čočky

Příklad:

D_1 = +6,0 dpt
D_2 = - 3,0 dpt
n = 1,5
d = 5 mm

$$D = 6 - 3 + \frac{0{,}005}{1{,}5} \cdot 6 \cdot 3 = 3{,}06 \text{ dpt}$$

u nekonečně tenké čočky platí: $D = D_1 + D_2$



Zakřivení ploch měříme sferometrem. Dioptrická hodnota pro příslušné zakřivení platí při indexu lomu skla n_2=1,523 a indexu lomu vzduchu n_1=1. Jestliže chceme měřit sferometrem čočky o jiném indexu lomu, musíme naměřenou hodnotu lámavosti vynásobit koeficientem:

$$\left(\frac{n_{II} - 1}{n_I - 1}\right)$$

n_{II} = index lomu měřené čočky
n_I = 1,523

Příklad: naměřeno -6,0 dpt sferometrem n_{II} měřené čočky = 1,8

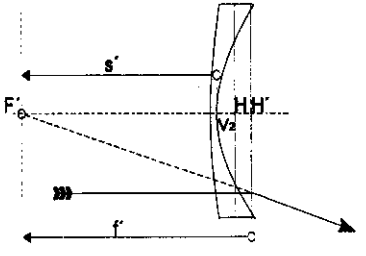
$$S_{II} = \frac{1{,}8 - 1}{1{,}5 - 1} \cdot (-6{,}0) = \frac{0{,}8}{0{,}5} \cdot (-6{,}0) = -9{,}6 \text{ dpt}$$

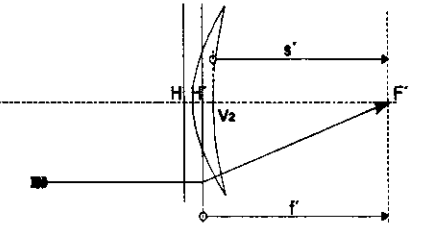
Vrcholová lámavost S´

V brýlové optice je optická síla čočky označována jako vrcholová lámavost. Vrcholová lámavost V´ brýlového skla ve vzduchu je převrácená hodnota sečné vzdálenosti s´. Je to vzdálenost mezi obrazovým ohniskem F´ a sečným bodem V (sečný bod V je průsečík obrazové plochy D_2 s optickou osou).

$$S' = \frac{1}{s'}$$

Je třeba připomenout, že v brýlové optice u běžných druhů čoček nehraje středová tloušťka při výpočtu celkové optické mohutnosti podstatnou roli, poněvadž hodnoty jsou odstupňovány po 0,25 dpt a rozdíl mezi oběma výpočty nedosahuje pro běžné hodnoty mohutnosti této výše. Proto se dá sferometrem změřit zakřivení obou ploch čočky, na stupnici odečíst hodnoty v dpt a celkovou optickou mohutnost určit pouhým sečtením těchto hodnot.





Čím více je čočka zakřivena, o to více se odlišují (při stejné středové tloušťce) optická mohutnost D a vrcholová lámavost S´(nebo-li ohnisková vzdálenost f´a sečná vzdálenost s´). Podíl těchto dvou veličin udává "vlastní zvětšení čočky" N.

Vlastní zvětšení čočky N

$$N = \frac{S'}{D} = \frac{1}{1 - \frac{d}{n} \cdot D_1}$$

n = index lomu čočky

Hlavní body H, H´

jsou průsečíky optické osy s hlavními rovinami, které jsou na ni kolmé (H=předmětový, H´=obrazový). Poloha hlavních bodů je určena středovou tloušťkou čočky, jejím tvarem (zakřivením), indexem lomu a prostředím ve kterém se čočka nachází. Čím více je čočka zakřivena, tím více se posouvají hlavní body ve směru zakřivenější plochy.
Vzdálenost hlavního bodu H od sečného bodu V_1 první optické plochy D_1

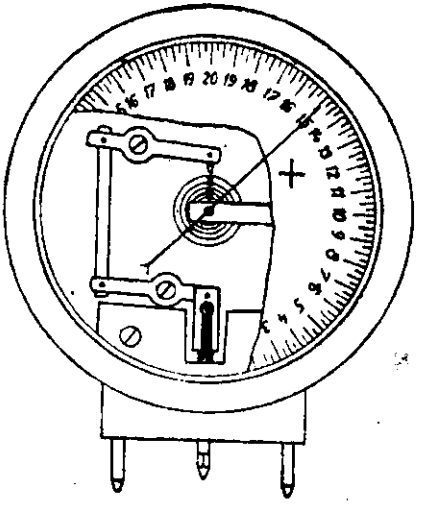
$$S_H = \frac{D_2}{D} \cdot \frac{d}{n}$$

Vzdálenost hlavního bodu H´od sečného bodu V_2 druhé optické plochy D_2

$$S_{H'} = -\frac{D_1}{D} \cdot \frac{d}{n}$$

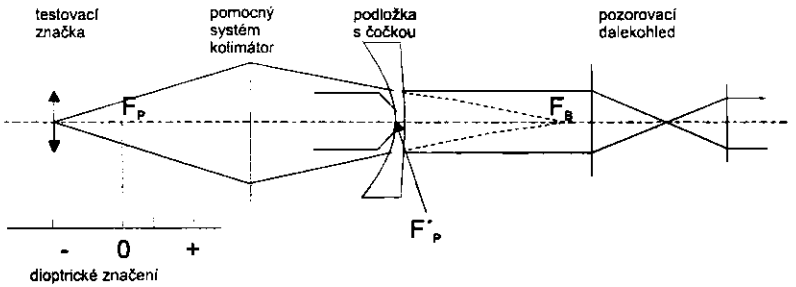
Z HISTORIE OPTIKY

Hodinkový sferometr



Měření brýlových čoček

Brýlová skla měříme fokometrem. Fokometr se skládá z pomocného optického systému (kolimátoru), z osvětlené testovací značky posuvné na ose, podložky pro brýlové sklo (ležící v obrazové ohniskové rovině pomocného systému) a pozorovacího dalekohledu. Testovací značka se v nulovém postavení nachází v předmětové ohniskové rovině kolimátoru a je zobrazena v nekonečnu. Vložíme-li brýlové sklo na podložku, musíme posunout testovací značku tak, že obraz vytvořený pomocným systémem se vytvoří v objektové ohniskové rovině tohoto brýlového skla. Tento obraz slouží tomuto brýlovému sklu jako objekt, který se zobrazí v nekonečnu. Pak je testovací značka opět vidět ostře.



F_P = předmětová ohnisková rovina pomocného systému
F'_P = obrazová ohnisková rovina pomocného systému
F_B = předmětová ohnisková rovina brýlového skla

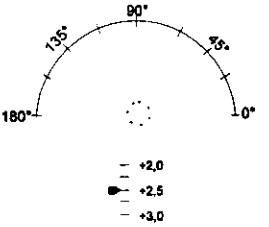
Provádění vlastního měření

Před každým měřením zkontrolujeme, zda vidíme testovací značku při nastavené 0 dpt ostře, pokud ne, zaostříme okulárem.

Měření sférických čoček

Na podložku do fokometru (konkávní plochou) položíme brýlovou čočku. Posuneme zaostřovacím šroubem testovací značku tak, až ji vidíme ostře a příslušnou dioptrii odečteme.

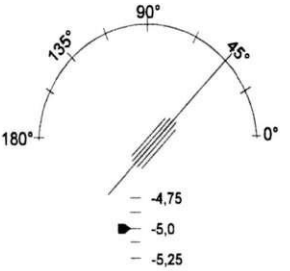
Příklad: měřené sklo má vrcholovou lámavost S´ + 2,5 dpt



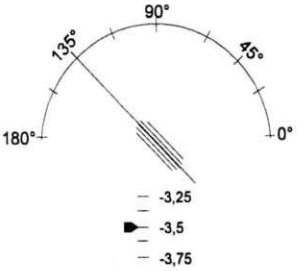
Měření torických čoček

U torických čoček měříme dioptrické hodnoty obou hlavních řezů. Rozdíl těchto hodnot nám udává hodnotu cylindru

Příklad: první hlavní řez měřené čočky má vrcholovou lámavost S´-5,0 dpt s osou 45°. Řez je kolmý k naměřené ose.



druhý hlavní řez měřené čočky má vrcholovou lámavost S´-3,5 dpt s osou 135°.



Tyto dvě hodnoty si představíme jako dva plancylindry natočené svými osami do daných úhlů, pak jejich celkový lámavý účinek přepočítáme na sférocylindrickou kombinaci, která má 2 možnosti zápisu.

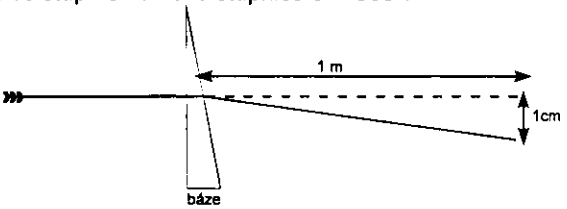
sph -5,0 cyl +1,5 ax 135°

nebo přepočteno

sph -3,5 cyl -1,5 ax 45°

Prismatické čočky

Dopadne-li paprsek světla mimo optický střed brýlové čočky, je odchýlen po průchodu od svého původního směru. Toto odchýlení se nazývá "prismatický účinek". Směr tohoto odchýlení je schodný se směrem báze a udává se ve stupních úhlové stupnice 0° - 360°.

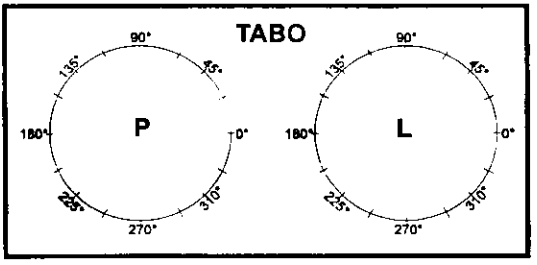


Báze je u spojných čoček v místě optického středu a u rozptylných čoček se nachází ve směru od optického středu k okraji čočky.

Prismatický účinek "**P**" se udává v prismatických dioptriích (= cm/m) a směr base ve stupních podle "tabo schema".

Tabo schema

Pro správné nastavení směru osy cylindru torické brýlové čočky a dále pro určení směru báze prismatických brýlových korekčních čoček se používá úhlová stupnice, která je orientována pro obě oči souhlasně a to proti směru chodu hodinových ručiček. Stočení osy cylidrické složky korekce a směr báze se posuzuje při pohledu na vypuklou plochu (konvexní) brýlové čočky. Jinak řečeno - z pozice optika pozorujícího nasazené brýle na jejich uživateli.



Prismatický účinek v jakémkoli bodě brýlového skla závisí především na vrcholové lámavosti "S'" tohoto skla a vzdálenosti "d" tohoto bodu od optického středu skla. Prismatický účinek v tomto bodě vypočítáme pomocí vzorce:

$$P = d \cdot S' \qquad \text{d v centrimetrech}$$

Použití prismatických čoček

Prismatické čočky se používají pro korekci heteroforií a heterotropií.

Ortoforie: nebo-li svalová rovnováha, znamená, že se osy vidění střetávají v právě fixovaném objektu bez účasti fúze.

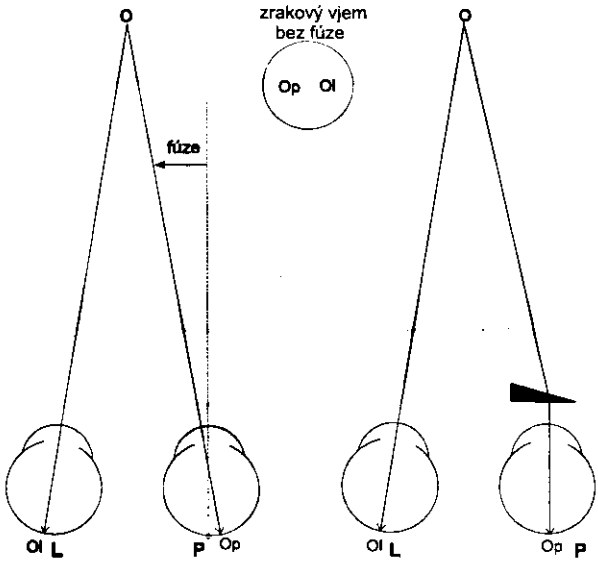
Fúze: natočení očí pomocí očních svalů tak, aby se fixační osy obou očí střetávaly na objektu.

Heteroforie: (svalová nerovnováha) latentní šilhání, vady v postavení očního páru, které jsou vyrovnány pomocí fúze

Heterotropie: manifestní šilhání - strabismus, chybí fúze k vyrovnání svalové rovnováhy

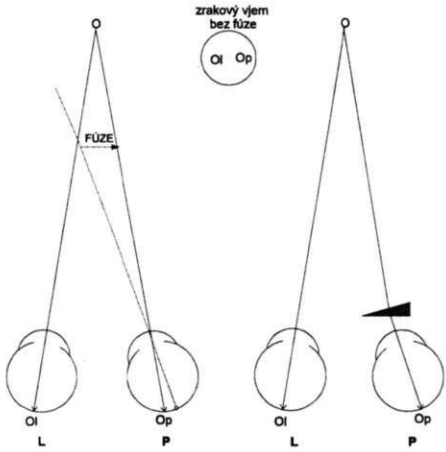
Exoforie

odchylka temporálně - vyrovnávající prisma bází nasálně
směr fúze - konvergentní



Esoforie

odchylka nasálně - vyrovnávající prisma bází temporálně
směr fúze - divergentní

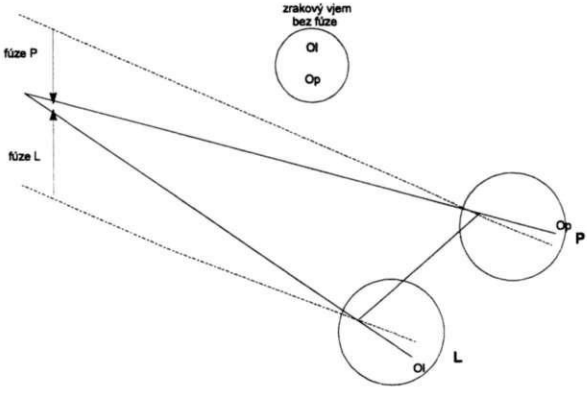


Hyperforie vlevo

odchylka nahoru - vyrovnávací prisma bází dolů
směr fúze - dolu

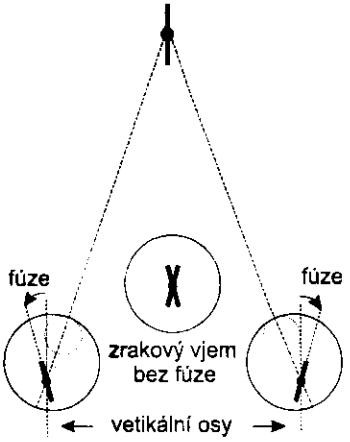
Hypoforie vpravo

odchylka dolu - vyrovnávací prisma bází nahoru
směr fúze - nahoru



Cykloforie

stočení vertikálních os obou očí proti sobě, nebo k sobě kolem předozadní osy. Cykloforie se samostatně vyskytuje jen velmi zřídka. Většinou se objeví ve spojení s hyperforií. Z optického hlediska není zajímavá, protože neexistuje možnost její korekce.



Smíšené forie

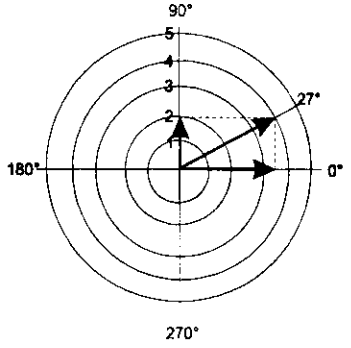
Heteroforie se nevyskytují vždy samostatně, ale jsou často smíšené. Toto samo naznačuje, že vyrovnávací prisma bude mít bázi orientovanou šikmo. Pro konečnou korekci musíme stanovit z obou komponentů hlavní vyrovnávací prisma a rovnoměrně je rozdělit pro obě oči .

Postup:

a) určení horizontální úchylky
b) určení vertikální úchylky
c) převod obou úchylek na pravé oko
(při převodu se mění báze levého oka o 180°)
d) vektorové zapsání - hlavní prisma - diagonála vzniklého čtyřúhelníka

Příklad:

pravé oko	3,5 pdpt báze	0°
levé oko	2,0 pdpt báze	270°
převod na pravé oko	4,0 pdpt báze	27°
rozdělení na pravé oko	2,0 pdpt báze	27°
levé oko	2,0 pdpt báze	207°



Měření prismatických čoček

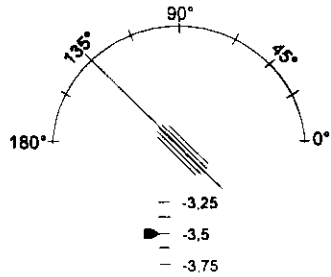
Prismatická skla měříme tak, že nejdříve změříme potřebnou vrcholovou lámavost (sférickou nebo tórickou), a potom posuneme sklo ve směru báze podle pomocné osy (v okuláru fokometru) o předepsaný počet pdpt (cm/m). Jeden díl na pomocné ose = 1 pdpt (cm/m).

Příklad předpisu:

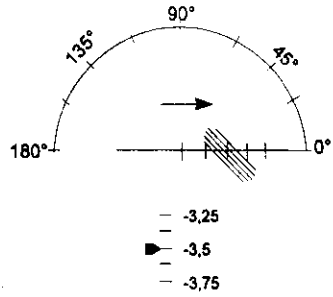
	sph	cyl	ax	add	prisma	baze
P oko	-5,0	+1,5	135°		2,0	0°
L oko	-5,0	+1,5	45°		2,0	180°

příklad pravé pro oko:

1) nastavíme sph -5,0 cyl +1,5 ax 135°



2) pomocnou osu fokometru nastavíme na osu báze 0° a čočku posuneme o příslušný počet pdpt 2 dílky na pomocné ose směrem k předepsané bázi. Osa cylindru zůstává zachována



3) čočku nesmíme během opracování otočit kolem osy o 180° (musí být rotačně stabilisována)

Jednoohniskové brýlové čočky

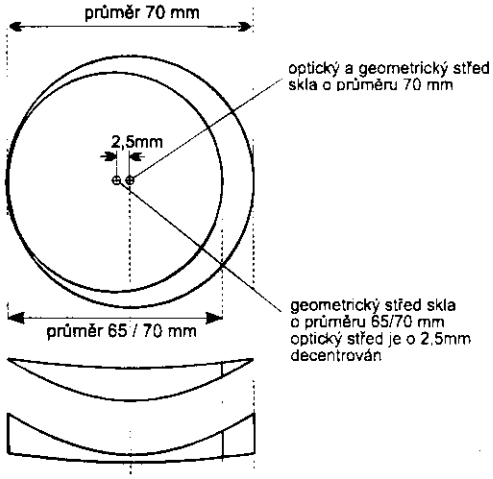
Jednoohniskové brýlové čočky jsou všechny sférické nebo tórické čočky s jedním ohniskem (nebo se dvěma ohniskovými rovinami - čočky tórické) a čočky s asférickou plochou, rotačně symetrickou jsou určeny pro korekci do dálky nebo blízka.

Vztažný bod - je takový bod brýlové čočky do kterého se "vztahují" všechny požadované - receptové - vlastnosti. Sférický, torický a prismatický účinek.

Optický střed - sečný bod brýlové čočky s optickou osou se nazývá také optický střed. Paprsky totožné s optickou osou se po průchodu tímto sklem nelámou. U plusových čoček leží tento bod v nejsilnějším bodě tohoto skla, u minusových v bodě nejtenčím.

Geometrický střed - je střed neopracované brýlové čočky

Decentrované - prismatické čočky - jsou takové čočky, u kterých je optický střed posunut proti geometrickému středu o určitou (požadovanou) vzdálenost. Velikost této vzdálenosti určujeme buď v milimetrech nebo v prismatických dioptriích pdpt / cm/m.



Základní parametry pro určení kvality čočky jsou:

Index lomu — udává poměr rychlosti světla ve vzduchu a daném optickém materiálu

Hustota — udává váhu v gramech na 1 cm^3 daného optického materiálu.

Abbeovo číslo — je reciproká míra disperse značící poměr indexů lomu ve vzduchu ke "střední disperzi" optického media. Je to důležitá hodnota pro vypočtení chromatické aberace. Při vyšším Abbeovu číslu je disperze a chromatická aberace nižší. Jako chromatickou aberaci označujeme "barevné okraje" na okrajích obrazu, které vznikají na základě disperze (barevné rozptýlení světla) . Abbeovo číslo se vypočítá podle tohoto vzorce:

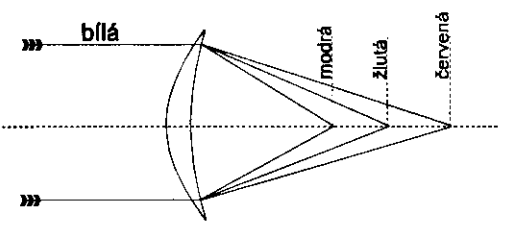
$$\nu = \frac{n_e - 1}{n_{F'} - n_{C'}}$$

n_e = Index lomu pro zelené světlo (hlavního materiálu)

$n_{F'}$ = Index lomu pro modré světlo

$n_{C'}$ = Index lomu pro červené světlo

Barevná vada čočky



Propustnost - transmise

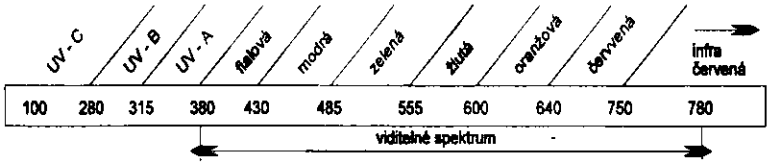
Udává, kolik procent z dopadajícího světla na čočku jí projde. Část paprsků je na první a druhé lámavé ploše o d r a ž e n a (reflexe) a část je p o h l c e n a (absorbce). Odrazivost závisí na indexu lomu optického materiálu podle vztahu:

$$R = \left(\frac{n - 1}{n + 1} \right)^2$$ ..... **ve vzduchu**

při kolmém dopadu na plochu

Světlo

Světlo, stejně jako radioaktivní, rentgenové záření a rozhlasové vlny, je elektromagnetické vlnění. viditelné světlo vyvolává v lidském oku při různých vlnových délkách různé barevné vjemy.



Lidské oko vnímá elekromagnetické vlny od 380 nm do 780 nm (nanometr - 1 nm = 0,000001 mm) s rozdílnou citlivostí. Při čípkovém vidění (je-li oko adaptováno na světlo) je nejcitlivější na světlo žlutozelené o vlnové délce 555 nm.

Jestliže se snižuje intenzita světla, mění se postupně relativní citlivost oka k barvám. Maximum spektrální citlivosti oka se přitom posouvá směrem ke kratším vlnovým délkám.

Fotopické vidění - vidění za světla pomocí čípků

Skotopické vidění - vidění za snížené intenzity světla pomocí tyčinek

UV - záření / UV - filter

Viditelné světlo leží ve vlnovém rozsahu od 360 nm až 780 mm. Na spodní hranici se připojuje ultrafialové záření, na horní infračervené. Nebezpečné pro oko může být krátkovlnné ultrafialové světlo. Infračervené světlo oku při normálních podmínkách téměř neškodí.

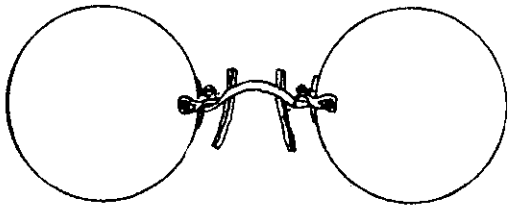
UV paprsky se dělí do tří skupin:

UV-C / od 100 do 280 nm	škodlivé záření pronikající díky stále se zvětšující ozonové "díře" na povrch zeměkoule je plně absorbováno atmosférou a všemi dostupnými brýlovými čočkami
UV-B / od 280 do 315 nm	je absorbováno rohovkou, čočkou a především plastovými čočkami
UV-A / od 315 do 380 nm	pro tento rozsah záření mají silikátové brýlové čočky zvýšenou propustnost. U plastových čoček se dá přídavnou povrchovou úpravou tato propustnost zcela odstranit.

Vliv záření na tkáň se řídí draperovým zákonem, který říká, že pouze ta část energie , která je absorbována, může tkáň změnit nebo poškodit. Rohovka absorbuje UVC a UVB s maximem kolem 270 nm. Čočka absorbuje UVB mezi 295 - 315 nm, s věkem absorbce stoupá a zahrnuje UVA a dokonce viditelné světlo. Ani UVC, ani UVB se za normálních okolností nedostane až k sítnici a pouze méně než 1% UVA může být absorbováno sítnicí.

Z HISTORIE OPTIKY

4303. Skřipce s páčkami.



Struktura a vlastnosti skla

Do druhé světové války byly poznatky o skle velmi malé. Změny a vývoj probíhaly čistě na základě praktických zkušeností. Teprve díky pozdějším vědeckým výzkumům víme dnes podstatně více o vlastnostech tohoto materiálu.
Sklo je typická anorganická hmota, jejíž amorfní nekrystalická struktura vykazuje řadu specifických vlastností.
Struktura skla, se vyznačuje nepravidelnou atomární stavbou. To znamená, že atomární uspořádání materiálu je od jedné části k druhé rozdílné. Přesto zůstává zachováno pozoruhodné statické uspořádání .
Tím získává sklo optickou schopnost, která se nazývá "Isotropie". To znamená, jednoduše vyjádřeno, že vlastnosti skla jsou ve všech směrech stejné. Díky různorodosti chemického složení skla existuje velké množství různých druhů, které vykazují zcela rozdílné vlastnosti. Proto je sklo v optice velmi zajímavý materiál.

Korunová skla

Brýlové čočky s Abbeovým číslem vyšším než 55 jsou zhotoveny z korunového skla.

Flintová skla

Brýlové čočky s Abbeovým číslem nižším než 50 jsou zhotoveny z flintového skla.

Tím, že při vyšším indexu lomu je vyšší barevná vada a tím nižší Abbeovo číslo, dostala takzvaná "flintová skla" při zavedení na trh přezdívku "duhová skla".
Zkušenosti za posledních 15 let ukazují, že skla s Abbeovým číslem okolo 40 jsou uživately brýlí převážně (po určité navykací době) akceptována.
Snášenlivost vysokoindexních skel závisí na individuálním odhadnutí zákazníka. Někteří zákazníci nereklamují vady u skel s Abbeovým číslem 30, jiní kritizují skla s Abbeovým číslem 42, kde reklamují "duhu" při stranovém pohledu sklem.
Vedle korunového skla - označovaného všeobecně B 270, nabízejí významní výrobci skel různé další materiály.

silikátové čočky		
index lomu	Abbeovo číslo	hustota
1,525	58,6	2,55
1,604	41,8	2,60
1,706	41,5	3,21
1,807	35,4	3,62
1,892	30,4	3,99

Nevýhody výšelomivých materiálů

Mimo již popsané barevné vady výšelomivých skel, setkáváme se s dalšími nevýhodami těchto materiálů. Se zvyšujícím se indexem lomu se zvyšuje také specifická hmotnost, která přes sníženou tloušťku nemusí efektivně snížit váhu této čočky. Další nevýhodou je zvýšená vlastní reflexe oproti jednoduchému korunovému sklu.

Stupeň vlastní refexe

silikátové čočky		
index lomu	reflexe jedné plochy	celková reflexe
1,525	4,32%	8,64%
1,604	5,38%	10,76%
1,706	6,80%	13,61%
1,807	8,16%	16,32%
1,892	8,70%	17,40%

Tyto uvedené reflexe nezahrnují vlastní absorbci jednotlivých materiálů. Díky zvýšené vlastní reflexi u vysokolomivých skel (například 1,807) bez barevných úprav dosahují tyto čočky jen cca. 80% propustnosti.
Další nevýhodou těchto skel je snížená chemická odolnost, která očního optika zatěžuje méně, ale o to více výrobce.

Výhody výšelomivých materiálů

Po všech těchto nevýhodách musíme zřetelně zdůraznit také výhody těchto materiálů.
Hlavní výhodou je přirozeně nižší středová tloušťka (u plusových skel) a krajová tloušťka (u mínusových skel). S nasazením výšelomivých materiálů je také možné vybrousit větší průměry skel a tím je možno použít i větší brýlovou obrubu.

Umělé hmoty

V průběhu druhé světové války byl pro konstrukci krytu tryskových letadel nalezen materiál označený CR 39. Ten byl později použit v brýlové optice. Má složení asi 52 % uhlíku, 41 % kyslíku a 7 % vodíku. Vývoj pokračuje a je snaha vyvinout další plasty s malou měrnou hmotností, vyšším indexem lomu a malou barevnou disperzí. Výhody a nevýhody plastických skel v brýlové optice jsou všeobecně známé. Poté co se největší nevýhoda - malá mechanická odolnost - díky tvrzeným povrchovým vrstvám částečně odstranila. Zbývá problém nižšího indexu lomu oproti sklu. Toto zapřičiňuje vyšší středovou nebo okrajovou tloušťku.

plastové čočky		
index lomu	Abbeovo číslo	hustota
1,50	58,30	1,30
1,56	37,00	1,23
1,60	35,60	1,34
1,67	32,00	1,35

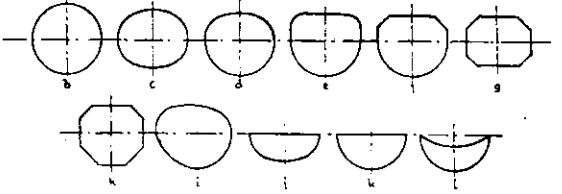
Stupeň vlastní reflexe

plastové čočky		
index lomu	reflexe jedné plochy	celková reflexe
1,50	4,00%	8,00%
1,56	4,79%	9,58%
1,60	5,32%	10,64%
1,67	6,29%	12,58%

Z HISTORIE OPTIKY

4400. Tvary a normy brejlových skel.

V praxi se užívá několik tvarů skel. Jejich přehled je na obr. 75.



Obr. 75.

b.) skla kruhová (kulatá), podle norem NG mívají průměr: 35,7, 38, 40, 42 a 44 mm.
c) " ovalná, podle norem NG mají rozměry:

číslo	1	0	00	000	38	40	42	Poměr šířky k výšce nazýváme ovalností skla;
šířka	36,5	37,8	39,7	41,0	42,0	44,0	46,0	např. u č. 1.: 36,5:27,5=1,33.
výška	27,5	28,8	30,7	32,0	33,0	35,0	37,0	

Asférické čočky

Brýle musí nejen zaručit více než dobré vidění, ale musí také vyplnit přání jejich uživatele dobře vypadat. To dnes umožňují značková skla z vysoce kvalitních materiálů - dobře vidět a zároveň dobře vypadat.

Již v roce 1804 zjistil při praktických pokusech Wollatson, že meniskově zakřivená brýlová skla mají mimo optický střed o mnoho lepší zobrazení než tenkrát všeobecně používaná bi-skla.

Například Tscherning v roce 1904 propočítal takzvané "Tscherningovy křivky" prohnutí meniskových skel tak, že podle tehdejší definice (vzdálenost objektu-nekonečno, zorné pole 30°) byly tyto čočky zbaveny astigmatismu šikmých paprsků, přičemž byla nejenom opomenuta tloušťka skla , ale také ne zcela nepodstatné refrakční vady. V té době používaný název "bodově zobrazující brýlová skla" je příležitostně i dnes používán pro skla s dobrými zobrazovacími vlastnostmi, ale nevystihuje požadavky, které jsou na dnešní brýlová skla kladeny.

Dnešní nové poznatky vyžadují od brýlových skel na jedné straně nejenom výborné zobrazovací vlastnosti, ale také estetiku a v neposlední řadě nízkou váhu.

Co bylo možné vyrobit dříve, například brýlové sklo S´+4,0 dpt se základní (přední) křivkou +12,0 dpt (tenkrát o průměru 30 až max. 40 mm), aby odpovídalo "Tscherningovým křivkám", by mělo dnes při požadovaném průměru cca.70 mm následující parametry;

průměr / mm	70	30
D 1 / dpt	+12,00	+12,00
D 2 / dpt	- 8,7	- 8,7
středová síla / mm	7,4	2,0
váha / g	46,9	2,7

Z tohoto příkladu je zcela patrné, že takové sklo není možné zákazníkovi nabídnout.

Propočtení "správného zakřivení" skla musí dnes zahrnout mnoho různých aspektů, jako například rozdílné vzdálenosti objektů dálka /střední vzdálenost /blízko, refrakční vady, vzdálenost otočných bodů oka a v neposlední řadě optimální centraci.

Každý z těchto parametrů je zapotřebí zvlášť vyhodnotit, přičemž celkovým cílem je co nejlepší možná zraková ostrost.
Tento cíl "umožňuje", že dnešní sklo +4,0 dpt je oproti "Tschernigovu sklu" cca. o 5,0 dpt plošší, 2 mm tenčí a o 17g lehčí.

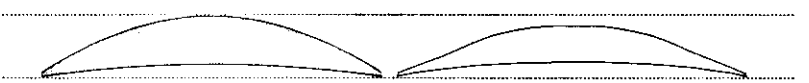
Bylo by jistě možné vyrobit ještě plošší skla v extrémním případě jako plan-konvex. Tím by nebyl dosažen cíl (co nejlepší vísus), protože toto sklo by mělo v periferii velmi špatné zobrazovací vlastnosti.

To se vztahuje na skla se sférickou plochou, což znamená kulovou plochu s konstantním poloměrem zakřivení od středu ke kraji.

Asférická plocha

je plocha s variabilním poloměrem zakřivení, tedy žádná kulová "sférická", ale rotačně asférická - k okraji se oplošťující plocha. Tato plocha umožňuje výrobu tenkého a lehkého brýlového skla, které má současně velmi dobré zobrazovací schopnosti i v periferii.
Značková asférická skla nejsou zhotovována jako plan-konvex, nebo plan-konkav, a to proto, že rovné plochy působí jako zrcadlo a vyvolávají rušivé reflexy, a to i s velmi kvalitní antireflexní vrstvou. Nehledě na to, že by brýle měly být anatomicky uzpůsobeny, a nesedět na obličeji jako "prkno".
Vedle estetického zlepšení, bez zhoršení optické kvality mají asférická skla ještě další výhody: U plusových skel redukovaná středová síla, a tím i váha.

sférická plocha asférická plocha



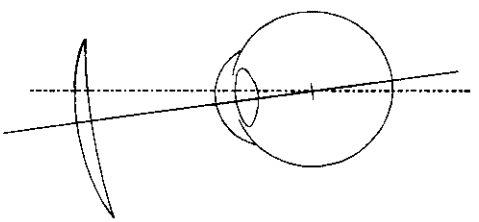
Centrování asférických brýlových čoček

V ideálním případě platí, že čočky musí být centrovány podle požadavků vztažných* a otočných bodů ** oka .

* Požadavky vztažného bodu
Vztažný bod (optický střed skla) má ležet při přímém pohledu před středem pupily.

** Požadavky otočného bodu
Optická osa čočky by měla procházet středem otáčení oka

Z důvodů všeobecně obvyklé inklinace brýlových obrub cca. 10°- 12° stupňů není možné oba tyto požadavky dodržet současně. Musíme se rohodnout pro jeden z těchto požadavků. Následující skica objasní proč je potřebné dodržet požadavky otočného bodu oka.

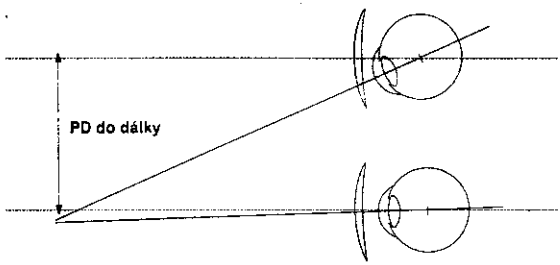


Vzdálenost, o kterou se musí čočka zabrousit níže, je závislá na úhlu inklinace obruby a vzdálenosti rohovka - brýlová čočka. Proto musíme každý případ individuelně zhodnotit.
Nejjednodušším způsobem určíme tuto vzdálenost tak, že necháme zákazníka zvedat hlavu tak dlouho, až rovina očnice je kolmá k podlaze. Při této poloze hlavy naznačíme středy pupil a podle těchto značek čočky zabrousíme optický střed čočky na označenou polohu pupily.

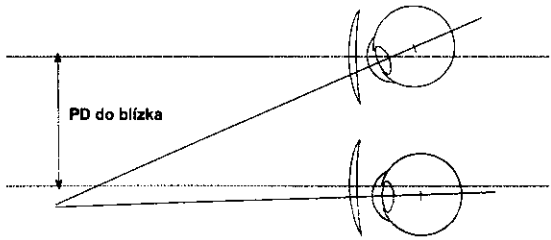
Jsou - li jednoohniskové ***asférické čočky*** použity ***do blízka***, musí být centrovány bezpodmínečně ***podle PD do dálky*** tak, aby osy asférických čoček procházely body otáčení očí.

Vysvětlení

Centrujeme-li brýle na pracovní vzdálenost podle PD na blízko, není vyplněn ani jeden z požadavků otočného nebo vztažného bodu. Tímto je zobrazení zřetelně zhoršeno. Požadavek otočného bodu je dodržen pouze při centraci čoček podle PD do dálky .
Průchodem paprsku rotačně symetrickou asférou nastávají při pohledu mimo optický střed vedlejší astigmatické účinky.
Nedodržíme - li požadavky otočného bodu, má uživatel brýlí při pohybech očí (při čtení z leva do prava) různé astigmatické účinky v levém a pravém oku. Toto má za následek, že je porušena refrakční rovnováha, a pohodlné vidění bez potíží je nemožné. Proto musí být brýle do blízka centrovány podle PD do dálky .

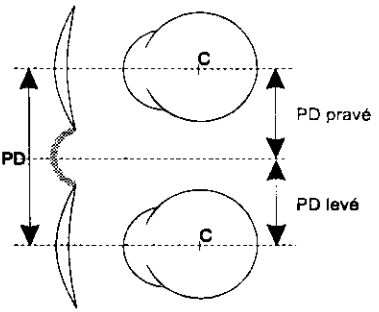


Při centrování podle PD do blízka neprocházejí osy asférických čoček otočnými body očí.



Pupilární distance PD

Pupilární distance je vzdálenost středů pupil obou očí při pohledu do dálky (nekonečna). PD do dálky je totožné se vzdáleností otočných bodů oka pravého a levého. Horizontální centrování brýlových čoček se provádí podle PD do dálky.

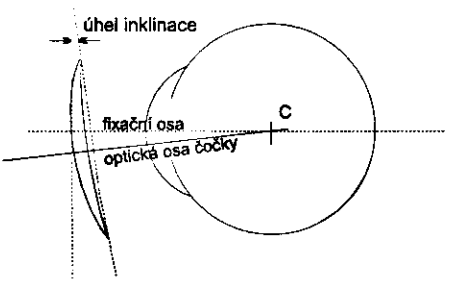


Centrování brýlí do blízka

centrování brýlí do blízka		vedlejší prismatické účinky	kvalita zobrazení	refrakční rovnováha	průměr čoček
plusové	PD do dálky	báze temporálně	velmi dobré	ano	menší
brýle	PD do blízka	žádné	špatné	ne	větší
mínusové	PD do dálky	báze nasálně	velmi dobré	ano	menší
brýle	PD do blízka	žádné	špatné	ne	větší

Toto srovnání ukazuje jaké výhody a nevýhody má centrování brýlí do blízka, pakliže centrujeme podle PD do dálky nebo podle PD do blízka.

Výškovou centraci provádíme zásadně s ohledem na inklinaci obruby a podle požadavků otočného bodu oka. To znamená že optická osa brýlové čočky prochází otočným středem oka.



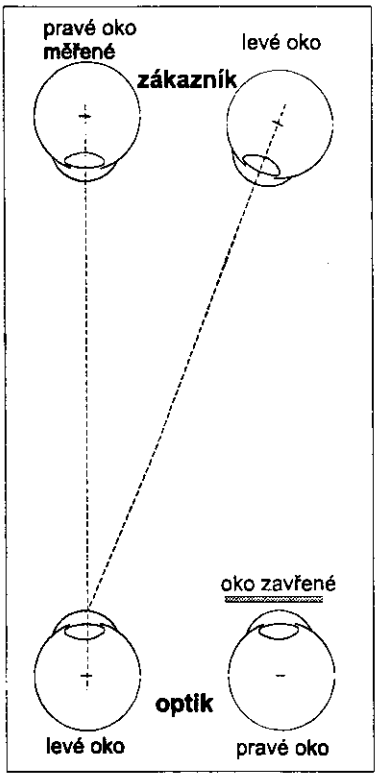
Dále musíme respektovat i případný výškový rozdíl v poloze pravé a levé oka pupily a podle něj přizpůsobit i polohu optického středu pravé a levé čočky.
U anisometropie (rozdíl větší než 2 dpt) dáváme optický střed čoček před střed pupil při přímém pohledu.

Měření PD

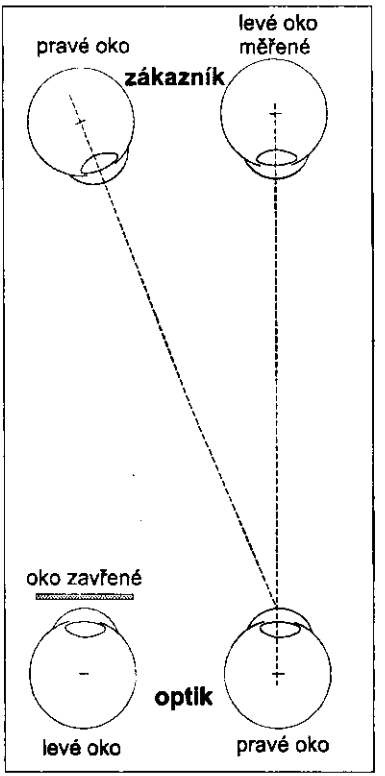
Při měření PD je potřeba dodržet zásadní podmínku - aby byla navozena rovnoběžnost pohledových os očí (tedy stejná situace jako při pohledu do nekonečna). Tohoto dosáhneme nejspolehlivěji měřením při pohledu tvz. "z oka do oka". Před měřením popř. zakreslením polohy zornic na folii je nutné, aby obruba byla dokonale anatomicky přispůsobena.

Způsob měření z "oka do oka".

změření-zakreslení
polohy pravého oka



změření-zakreslení
polohy levého oka



Vzdálenost brýlové čočky od rohovky

Nesouhlasí-li u hotových brýlí vzdálenost brýlových čoček od rohovky se stejnou vzdáleností u zkušební brýlové obruby, musí být (u vyšších dioptrických hodnot) receptová hodnota brýlové čočky přepočtena.
Diference mezi novou a starou vzdáleností:

$$S'_{nová} = \frac{S'_{stará}}{1 - (\pm \Delta_d) \cdot S'_{stará}}$$

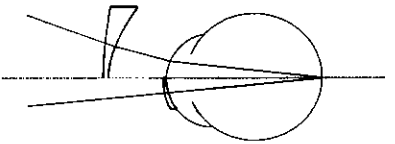
$S'_{stará}$ vrcholová lámavost v první poloze
$S'_{nová}$ vrcholová lámavost v druhé poloze
Δ_d rozdíl obou poloh (v metrech)
+ při přibližování čočky k oku
- **při vzdalování čočky od oka**

Změní-li se vzdálenost rohovka čočka při stejné vrcholové lámavosti **znamená** to:

- při zvetšení vzdálenosti dojde k myopizaci
- při zvetšení vzdálenosti dojde k hypermetropizaci

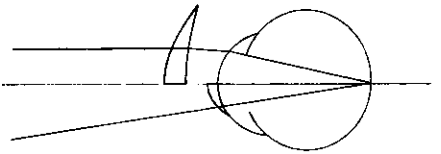
Při přechodu z brýlí na kontaktní čočky znamená pro myopa:

- zmenšení zorného pole při zvětšeném obrazu



Při přechodu z brýlí na kontaktní čočky znamená pro hypermetropa:

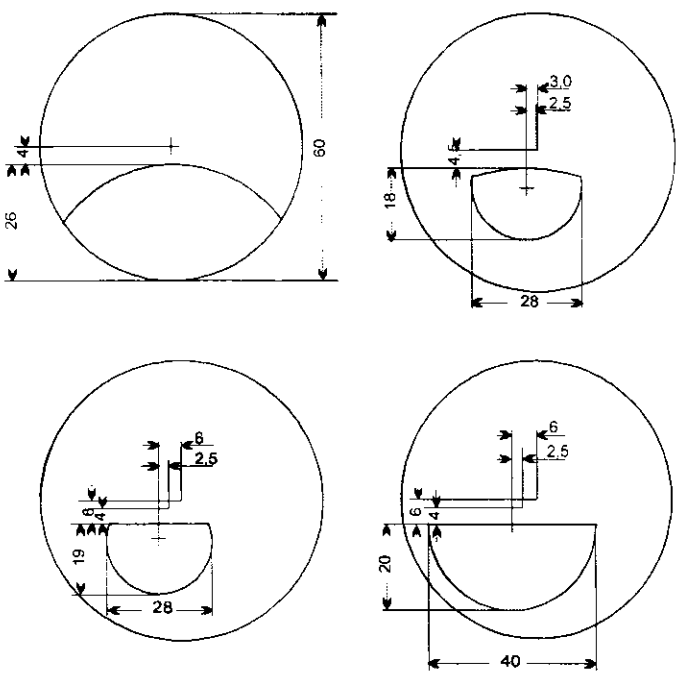
- zvětšení zorného pole při zmenšeném obrazu



Bifokální - dvouohniskové - čočky

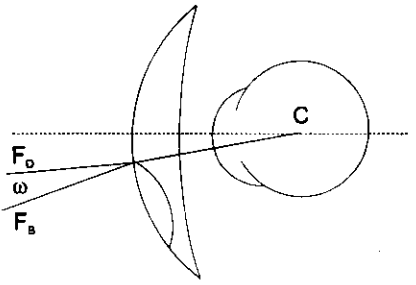
U bifokálních čoček je spojena se "základní" čočkou ještě jedna "přídavná čočka". V té části čočky, kde má pouze účinnost základní čočka, má tato čočka stejné optické vlastnosti jako odpovídajici jednoohnisková.
Část čočky, kde působi dohromady „základní" společně s přídavnou čočkou, nazýváme přídavný díl. Optický střed přídavného dílu je všeobecně decentrován oproti optickému středu základního dílu.
Základní díl je většinou používán jako díl do dálky, přídavný díl jako díl do blízka. Přídavný díl je buď do základního dílu zabroušen, nebo (s jiným indexem lomu) zataven. Rozdíl v lámavosti dílu do dálky a do blízka se nazývá „adice". Přídavné díly mohou mít různou velikost i tvar.

Ruzné typy bifokálních čoček



Skok obrazu u bifokálních čoček

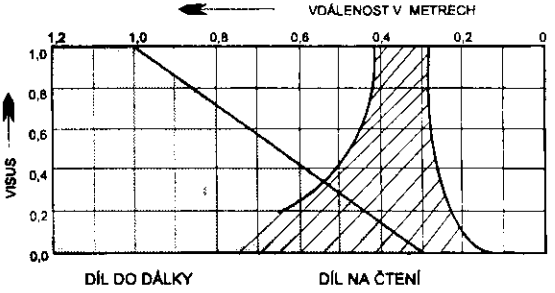
Na okraji dělicí linie obou dílů bifokální čočky působí různé prismatické účinky. Při přechodu fixační osy oka přes tuto linii se zdá, že obraz "skočí". Velikost "skoku obrazu" J se rovná velikosti prismatického účinku přídavné čočky na dělicí čáře.
Můžeme jej vypočítat podle vzorce: **J = h . Z**



J = skok obrazu v cm/m
h = vzdálenost optického středu přídavného dílu od dělicí linie v cm
Z = účinek přídavného dílu - addice
ω = slepý úhel
FD = fixační osa do dálky
FB = fixační osa do blízka

Prakticky se projevuje skok obrazu jako slepý úhel v zorném poli.
Leží-li optický střed přídavné čočky na dělicí linii (h = 0), pak nemá tato čočka žádný skok obrazu.

Hloubka ostrosti zorného pole s bifokální čočkou
addice 2,0 dpt akomodační šíře 1,0 dpt



Rozsah úseků ostrého zobrazení přes díl do dálky a do blízka v závislosti na addici a akomodační šíři:

1) Aš > add => úseky se překrývají	=>	žádné potíže
2) Aš = add => úseky ostře navazují	=>	v okolí místa návaznosti neostré vidění
3) Aš < add => úseky od sebe odděleny	=>	neostré vidění na střední vzdálenosti

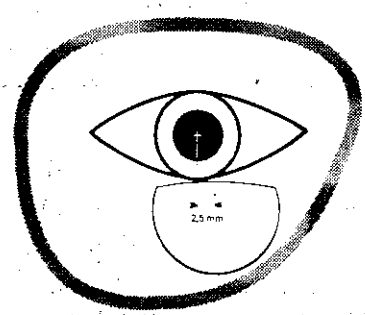
Centrování bifokálních čoček

Bifokální čočky centrujeme běžných případech horizontálně v podle PD do dálky.

Pro výškovou centraci je rozhodující k jakému účelu jsou bifokální brýle převážně používány.

Je-li dělící linie: příliš vysoko - ruší při pohledu do dálky.
příliš nízko - nutí k přílišnému klopení očí při pohledu do blízka.

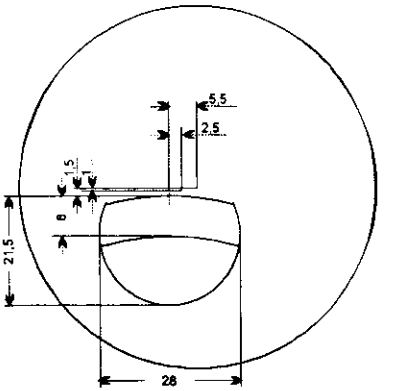
Při normálním držení hlavy a těla umisťujeme v běžných případech dělící linii s okrajem spodního víčka.



Trifokální - čočky

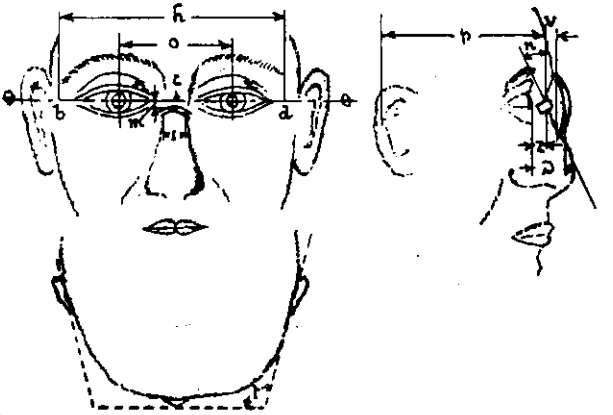
U trifokálnich čoček jsou spojeny se "základním" sklem ještě dvě "přídavné čočky". Základní díl je většinou používán jako díl do dálky, přídavný díl jako díl do blízka a střední díl je určen pro střední vzdálenosti. Přidaná hodnota středního dílu bývá zpravidla polovina addice.

Trifokální čočka s 28 mm širokým zaobleným dílem na střední vzdálenost a do blízka



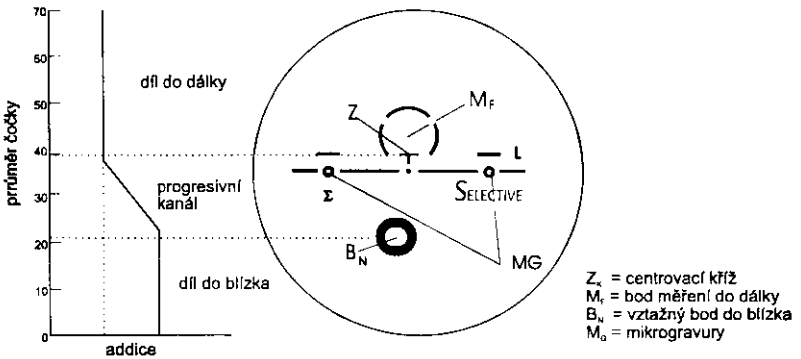
Z HISTORIE OPTIKY

4501. Proměření obličeje.



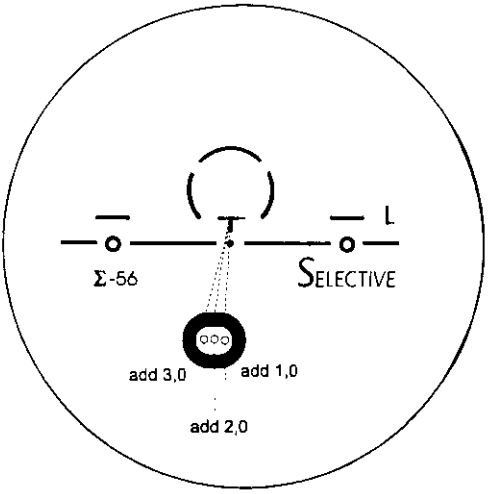
Multifokální - víceohniskové - čočky

U multifokálního skla je plynulý přechod ze všeobecně velkého dílu do dálky bez dělící linie a skoku obrazu do dílu na blízko. Tyto čočky jsou vyrobeny z jednoho kusu. Od vztažného bodu do dálky vychází plynulý optický přechod směrem dolů k dílu do blízka. V tomto progresivním kanálu se sférický účinek čočky stále (matematicky) zvyšuje, až dosáhne celková lámavost požadovaného účinku dílu do blízka, kde zůstává konstantní.



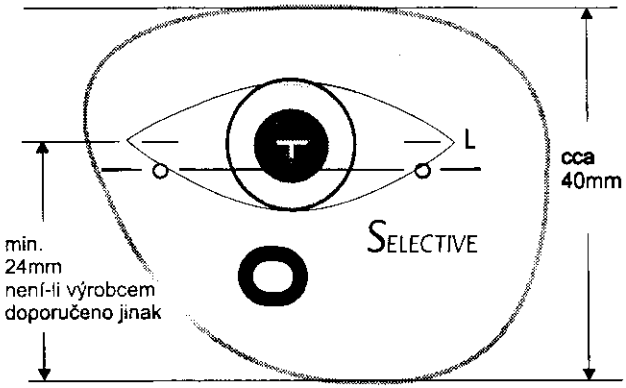
Variabilní inset

Decentrace optického středu do blízka oproti optickému středu do dálky není konstantní (2,5mm nasálně), ale je závislá na výši addice (výši prismatického efektu). Tím je dosaženo optimální (použitelné) **šíře** progresivního kanálu a dílu do blízka.



Centrování multifokálních čoček

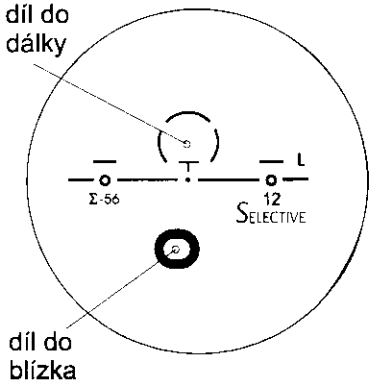
Centrování multifokálních čoček se provádí při hlavním pohledu (přirozené postavení hlavy zákazníka) a to centrovacím křížem na střed pupily (jestliže výrobce neudává jinak). Centrování musí být prováděno na ***zcela upravené obrubě***. Celková výška obruby by neměla být nižší než 40mm a výška vztažného bodu do dálky by neměla být méně než 24mm od spodního okraje očnice. Optimální inklinace 10° až 11° při vzdálenosti rohovka - čočka cca. 15mm.



Měření a kontrola multifokálních čoček

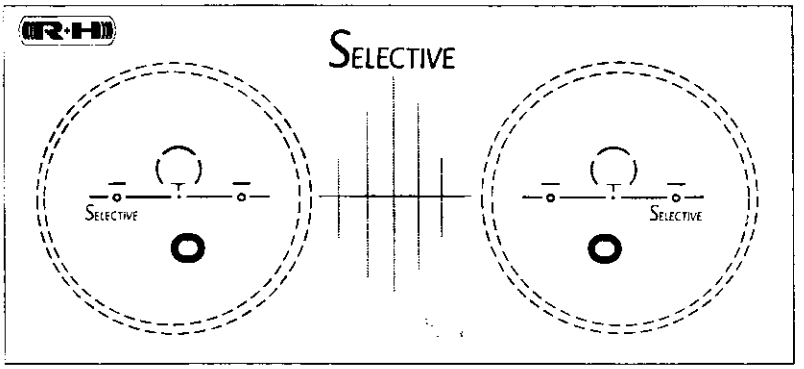
Vrcholovou lámavost dílu do dálky měříme ve vztažném bodě tohoto dílu, uprostřed razítkem vyznačeného kruhu.

Vrchlovou lámavost dílu do blízka měříme ve vztažném bodě tohoto dílu, uprostřed razítkem vyznačené měřící clony. Hodnota addice je také vygravírována temporálně pod mikrogravurou. Tuto hodnotu měříme ne jako obvykle konkávně, ale konvexně (čočku položíme na podložku dioptrimetru přední plochou).



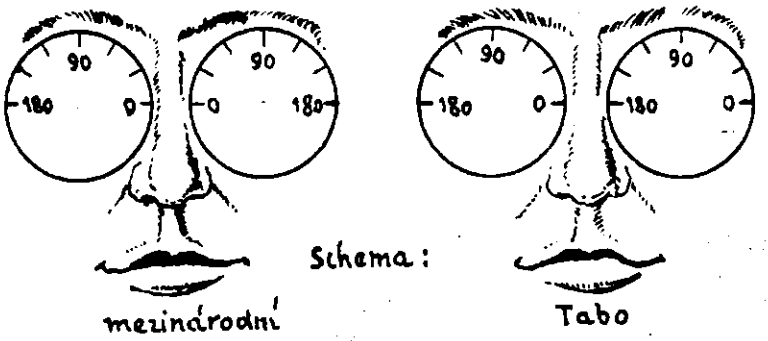
Rekonstrukce vztažných bodů

Máme - li dodatečně měřit optické hodnoty na čočce u které je již razitko smazáno, musíme vztažné body zrekonstruovat. Toto učiníme pomocí mikrogravůr. Mikrogravury nejlépe najdeme pod světelným zdrojem na tmavém podkladu. Tyto dva body si označíme fixem a potom zrekonstrujeme celé razítko pomocí příslušné šablony k dané multifokální čočce.



Šablona pro rekonstrukci vztažných bodů u multifokálních čoček.

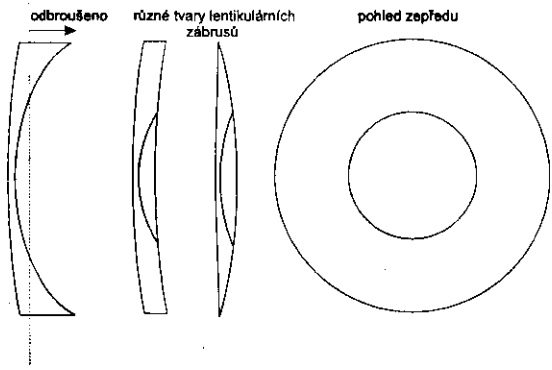
Z HISTORIE OPTIKY



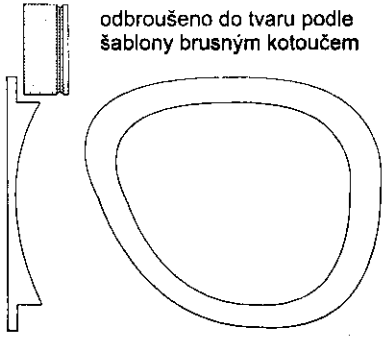
Lentikulární čočky

Lentikulární čočky mají odlehčené (ztenčené) okraje. Tím je výrazně snížena váha a okrajová (středová) tlouštka. Nevýhodou je zmenšené zorné pole a méně estetický vzhled.

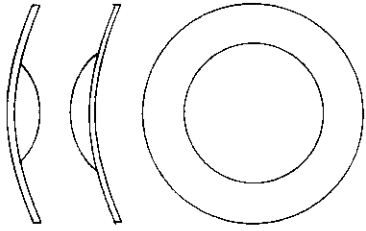
Příkady mínusových lentikulárních čoček:



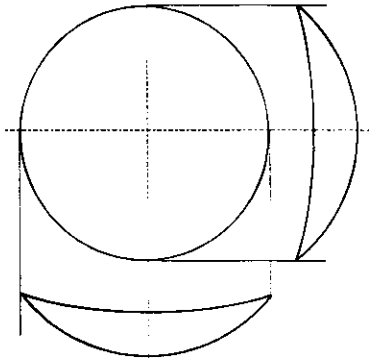
Dialenti (tvarové lenti), patent českých očních optiků. Tím, že je u těchto čoček nosný okraj zabroušen do tvaru obruby, je tato čočka esteticky vhodnější.



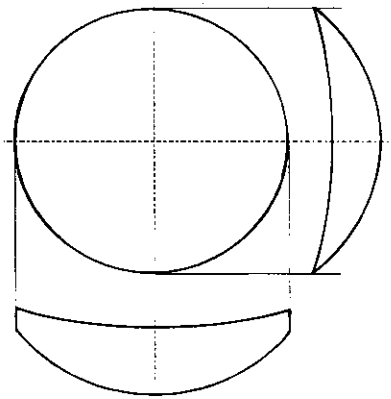
Příklad plusové lentikulární čočky. U těchto čoček je na sférickém základu plusová čočka o menším průměru "natmelena".



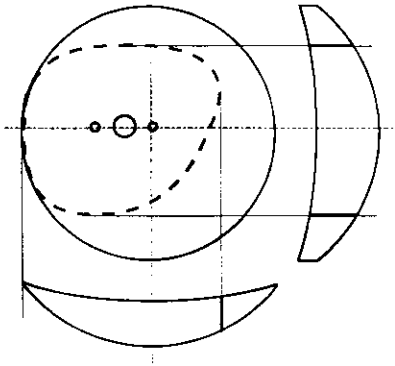
Možnosti redukce středové tloušťky u plusových čoček



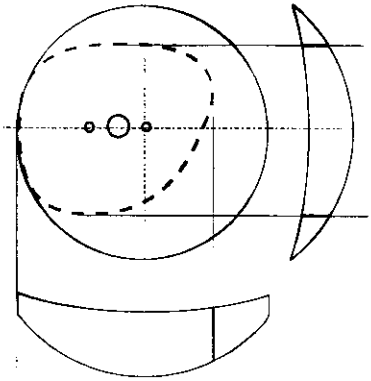
Pozorujeme-li okraj sférických čoček, vidíme rovnoměrnou tlouštku ve všech směrech. Středová tlouštka je závislá na průměru, optické mohutnosti, a indexu lomu dané brýlové čočky. U sférických jednoohniskových, bifo a trifokálních čoček platí pravidlo: zvolit co **nejmenší možný průměr** neopracované čočky, aby středová tlouštka byla co nejmenší.



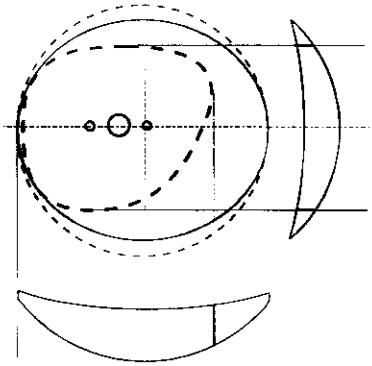
U torických čoček je díky rozdílné hodnotě obou hlavních řezů rozdílná i okrajová tlouštka v těchto řezech. Středová tlouštka je závislá na hodnotě silnějšího hlavního řezu.



V případě astigmatismu, podle pravidla (astigmatismus rectus), platí stejné pravidlo jako u sférických čoček: zvolit co **nejmenší možný průměr** neopracované čočky

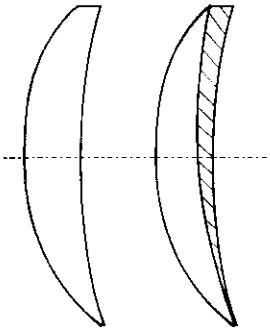


V případě astigmatismu proti pravidlu (astigmatismus inversus), je neopracovaná brýlová čočka v temporální části díky ose silnějšího hlavního řezu tlustší.



Zde je možné snížit středovou tloušťku nejenom volbou vhodného průměru neopracované čočky, ale již při výrobě před zpracováním zvolit ne kulatý, nýbrž oválný tvar polotovaru (čočka před broušením doplňkové - receptové plochy), nebo polotovar obrousit do konečného tvaru (s rezervou na fasetu).

Redukce středové tloušťky u plusových multifokálních čoček

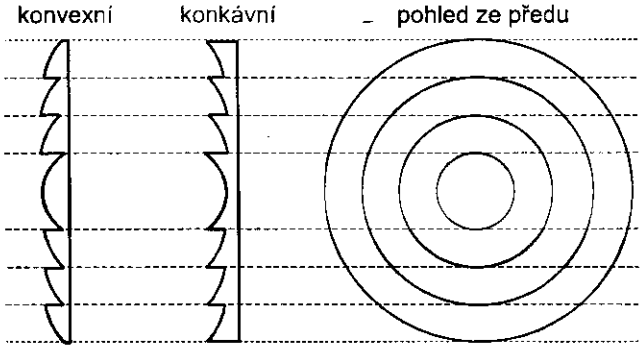


U multifokálních čoček na rozdíl od jedno či víceohniskových, se redukce středové tloušťky zvláště u středních či vyšších add vždy vyplatí. Větší zakřivení této čočky v progresivní části je již při broušení receptové plochy ve výrobě vyrovnáno prismou bází 270° redukující tloušťku.

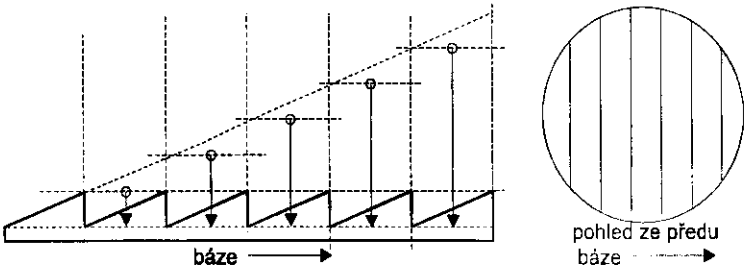
Fresnelovy folie

- jsou tenké cca. 1 mm silné pružné transparentní folie se sférickým nebo prismatickým účinkem. Mohou být zastřižené do tvaru očnice a jsou adhezí "nalepeny" na vnitřní stranu brýlových čoček.
Sférické folie se vyznačují soustřednými kruhy. Prismatické folie se skládají z paralelně spojených malých prizmat. Jsou vhodné pro přechodnou prismatickou korekci (např. před operací).

Fresnelova folie se sférickým účinkem

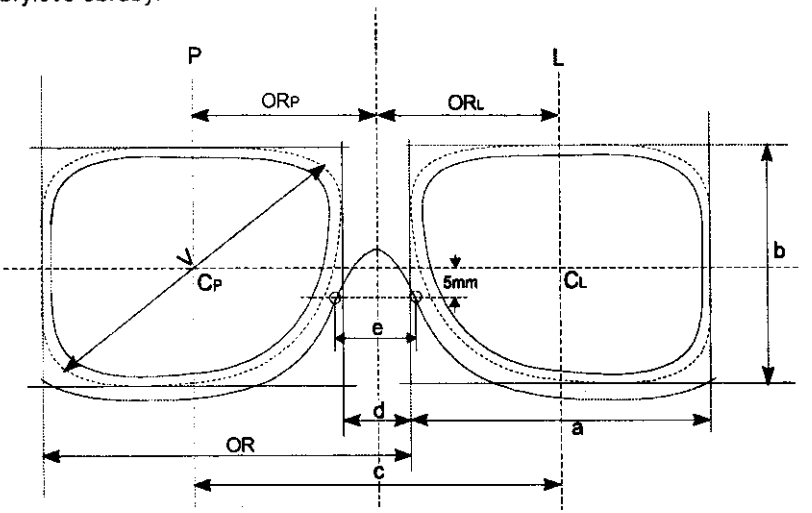


Fresnelova folie s prismatickým účinkem



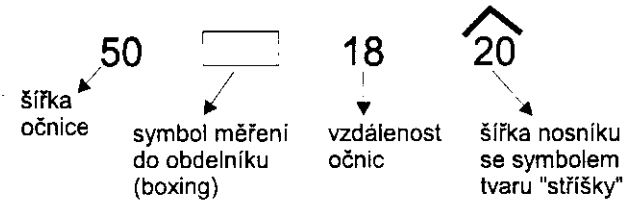
Měření brýlových obrub

Pro měření brýlových obrub používáme způsob, který je označován jako **"boxing system"**. To znamená, že se tvar očnice (šablony) promítne do čtyřúhelníka "boxu". Z tohoto "boxu" měříme všechny potřebné hodnoty jako je výška, šířka a střed očnice, šířka nosníku, a očnicový rozestup dané brýlové obruby.



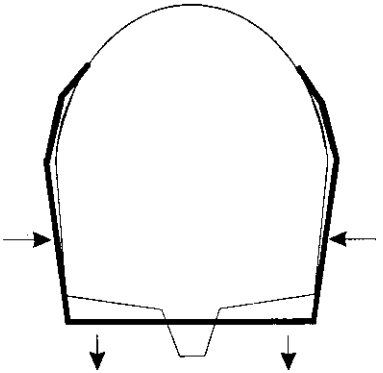
a	- šířka očnice	b	- výška očnice
d	- vzdálenost mezi čočkami	V	- diagonála očnice
ORp	- PD pravé strany obruby	e	- šířka nosníku - rozestup sedel
V	- diagonála	OR = c	- očnicový rozestup

Příklad zápisu:

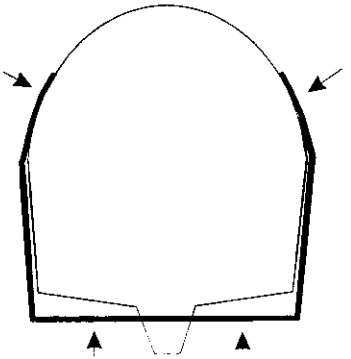


Přizpůsobování brýlí

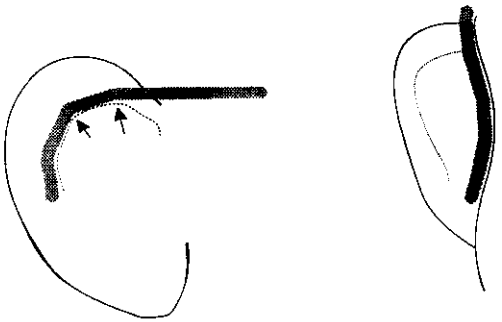
Chybně přizpůsobeno.
Úhel stranic je příliš malý. Stranice sedí na spáncích a posunují brýlovou obrubu směrem dopředu.



Dobře přizpůsobeno.
Správný úhel stranic a optimální zahnutí koncovky za ušním boltcem drží obrubu ve správné poloze.

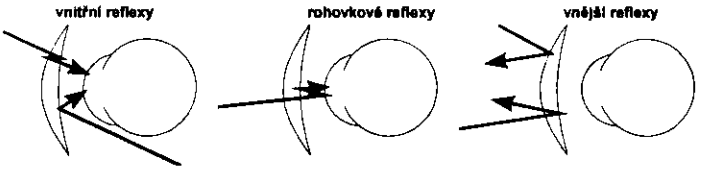


Pro pohodlné nošení brýlí musí být koncovka stranice natvarována v obou směrech podle zakřivení hlavy a ucha.



Antireflexní vrstvy

Mají za úkol nejen snížit rušivé refexy (zrcadlení) u brýlových čoček, ale i zvýšit propustnost daného skla pro světlo. Na brýlové čočce vzniká několik druhů reflexů.



Vnitřní reflexy — při šikmém dopadu světla na pupilu se světelné zdroje na ní odrážejí a za určitých podmínek může vzniknout dvojí zobrazení

Rohovkové reflexy — několikanásobné reflexy mezi rohovkou a brýlovým sklem jsou sice díky nízké reflexní schopnosti přední plochy rohovky méně rušivé, ale při vyšších dioptriích mohou způsobit dvojitý obraz.

Vnější reflexy — reflexy předních ploch nejsou sami o sobě příliš rušivé (mimo fotografie), ale pro partnera jsou nepříjemné, protože omezují pohled do očí.

Vlastní reflexe jednotlivých materiálů

silikátové čočky		
Index lomu	reflexe jedné plochy	celková reflexe
1,523	4,32%	8,64%
1,604	5,38%	10,76%
1,706	6,80%	13,61%
1,804	8,16%	16,32%
1,898	8,70%	17,40%
plastové čočky		
1,50	4,00%	8,00%
1,56	4,79%	9,58%
1,60	5,32%	10,64%
1,67	6,29%	12,58%

Tyto uvedené reflexe nezahrnují vlastní absorbci jednotlivých materiálů. Díky zvýšené vlastní reflexi u vysokolomivých čoček (například 1,8) bez barevných úprav dosahují tyto čočky jen 80% propustnosti, což je

minimální hranice, které musí být dosaženo proto, aby se skla mohla používat při řízení auta v noci. To znamená, že se vysokoindexní čočky mají nabízet zásadně s antireflexní vrstvou.

Antireflexní vrstvy mohou být jednovrstevné nebo vícevrstevné. Podle toho redukují vlastní reflexy brýlové čočky od 1,35% (jednovrstevné) do 0,2% (vícevrstevné - superantireflex).

Antireflexní vrstvy jsou napařovány ve vysokém vakuu o tloušťce cca. 100nm z materiálu o nižším indexu lomu. Tato vrstva o indexu lomu n_2 hraničí se vzduchem (n_1 = 1). Tímto se mohou světelné vlny odrážejícího se světla od brýlové čočky (n_3) interferenci vyrušit, pakliže jsou splněny tyto podmínky:

a) tloušťka vrstvy se rovná 1/4 vlnové délky světla

$$d = \frac{1}{4} \times \frac{\lambda}{n_2}$$

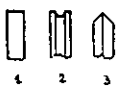
b) amplitudy obou paprsků dopadajícího a odrážejícího musí být stejné, to znamená

$$n_2^2 = n_3$$

Z HISTORIE OPTIKY

4602. Obroušení okraje.

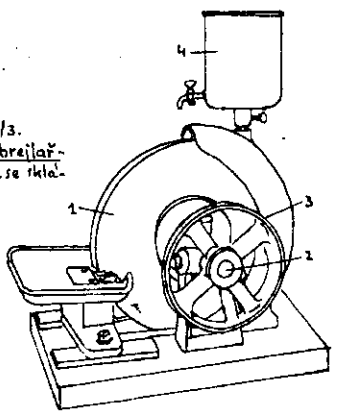
Rozeznáváme okraje:
válcový, obr. 79/1
drážkovaný, 79/2
břitový (s dvěma facetami 79/3.



Obr. 79.

Tyto okraje se vybrousí na brejlařském brusu. Takový brus, obr. 80. se skládá z brusného kamenu 1, který se otáčí na hřídeli 2, poháněn řemením 3. Při práci je svlažován vodou z nádržky 4.

Sklo se přidržuje buď ručně, nebo je drženo v čelistích automatu, při čemž se otáčí a je tlačeno do záběru buď ručně nebo též automaticky. Stroj je poháněn nejlépe elektromotorem; kámen koná asi 300 otáček/min při průměru 400mm.



Tvrzení brýlových čoček

Tvrzení silikátových brýlových čoček

Zušlechťovací metoda, která se nazývá tvrzení brýlových čoček, spočívá v postupu, jímž vyvoláme v čočce vysoké vnitřní nebo povrchové pnutí, způsobující podstatné i desetinásobné zpevnění a tím i zvýšení odolnosti proti rozbití úderem. Používá se dvou odlišných způsobů tvrzení a to tepelného a chemického.

Tepelné tvrzení brýlových čoček

Čočka se řízeně zahřeje v malé peci na teplotu blízkou měknutí brýlové skloviny, tj. 620° - 650° C. Následuje rychlé ochlazení v lázni s kapalinou nebo častěji proudem vzduchu. Zpevnění čočky spočívá v tom, že její vnější povrch rychlým ochlazením ztuhne a dalším ochlazováním se čočka uvnitř smršťuje, čímž vznikne na povrchu napětí tlakové a uvnitř tahové. Tento stav dodává tepelně zpracované čočce vysokou pevnost. Ve zpevněné povrchové vrstvě je značné tlakové napětí, až 140 MPa. Výhodou je rychlost vytvrzování, nevýhodou je její obtížné stanovení. Rychlost vytvrzování závisí na hmotnosti brýlové čočky, která je vzhledem k velkému sortimentu velmi rozdílná. Vznikají deformace optických ploch, zejména u čoček s velkými rozdíly mezi středovou a okrajovou tloušťkou a tím i zmetky. Proud chladicího vzduchu způsobuje též hlučnost zařízení.

Chemické tvrzení brýlových čoček

Chemickým tvrzením lze vyloučit nevýhody tvrzení tepelného. Používá se při něm nižší provozní teplota (kolem 450°C), která je dost hluboko pod bodem měknutí skloviny, takže nevznikají deformace čoček. Chemické vytvrzování spočívá v iontové výměně draslíkových iontů za ionty sodíku v povrchové vrstvě brýlové čočky. Vytvrzování se provádí v solné lázni ohřáté na 460°C. Lázeň obsahuje snadno tavitelný dusičnan draselný. Brýlové čočky, již zabroušené do tvaru brýlové obruby, se ukládají hromadně do kovových košíčků, které se ponoří do roztavené draselné soli. Doba vytvrzování je 12 - 16 hodin. Vytvrzovaná povrchová vrstvička čočky je silná asi 0,07 mm. Vznikne v ní velmi vysoké tlakové napětí až 700 MPa, které dává čočce značnou pevnost a odolnost proti poškození (poškrábání) povrchu. Po vytvrzení se čočky z lázně vyjmou a po vychladnutí na vzduchu se omyjí proudem teplé vody, která odplaví zbytky solné lázně.

Je-li čočka správně chemicky vytvrzena, či nikoliv, lze obtížně zjistit bez přímého porušení čočky. Zkouška se provádí volným pádem ocelové kuličky při předepsané hmotnosti kuličky a výšce pádu.

Tvrzení brýlových čoček z plastu

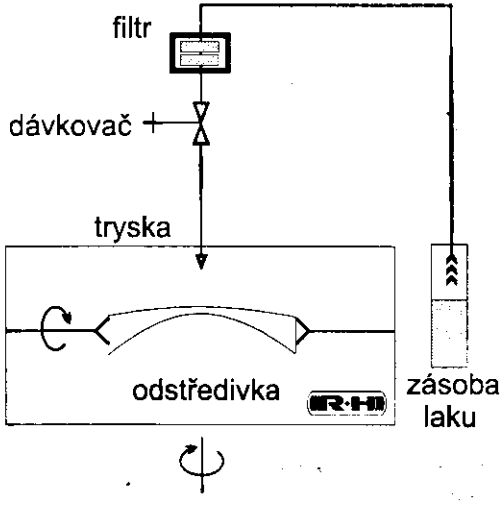
Fyzikální tvrzení -

podobně jako antireflexní, jsou velmi tvrdé křemíkové vrstvy na povrch brýlové čočky napařeny v pokovovacích přístrojích.

Chemické tvrzení -

nanesení ultra tenké vrstvy tvrdoelastického laku na povrch brýlové čočky. Toto se provádí buď ponořením do lakové lázně, nebo nanesením laku na rotující čočku - Spin - Coating - systém.

Schématické znázornění Spin - Coating - systému



Lupy

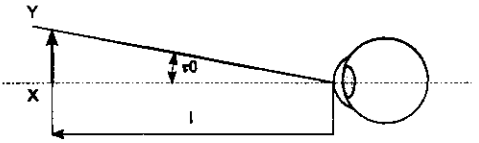
Jako lupa slouží každá čočka, jejíž ohnisková vzdálenost f´ je menší než konvenční zraková vzdálenost (f´ < 250mm), tj. každá čočka s optickou mohutností větší než + 4,0 dpt. Zvětšení G lupy určuje vztah:

$$\Gamma = \frac{l}{f'} = \frac{D}{4\ \mathrm{dpt}}$$

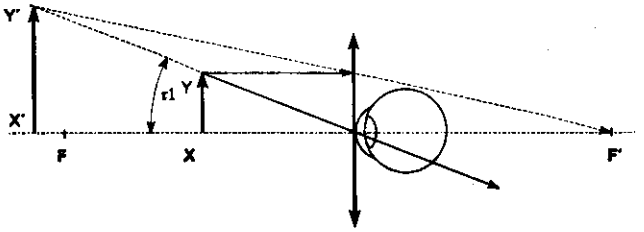
hodnota zrakové konvenční vzdálenosti (l = 0,25m)

f´ - obrazová ohnisková vzdálenost lupy
D - optická mohutnost lupy (dpt)

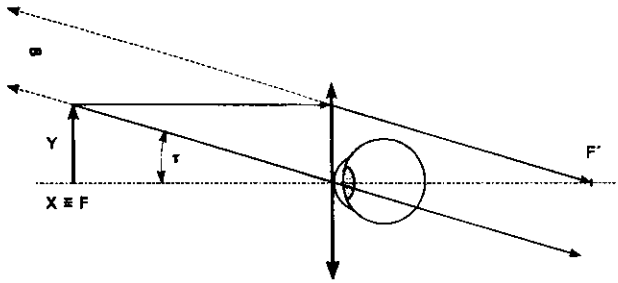
Předmět X Y je pozorován z konvenční zrakové vzdálenosti l pod zorným úhlem t_0



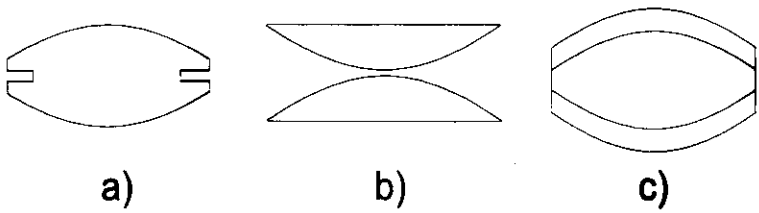
Zdánlivý obraz X´Y´ předmětu X Y umístěného mezi lupou a jejím předmětovým ohniskem F. Je vidět pod zorným úhlem t_1



Vztah pro zvětšení G platí přesně, je-li předmět v ohnisku F a je-li oko bezprostředně za lupou. Nekonečně vzdálený obraz se jeví pod zorným úhlem t.



Některé typy lup



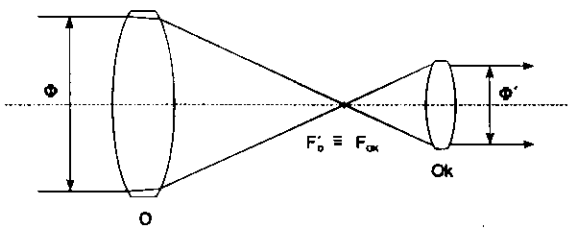
a) Brewsterova lupa - tvoří spojení dvou plankonvexních čoček. Lupa je vybroušena z jednoho kusu, aby se snížily ztráty světla odrazem. Zúžení uprostřed lupy má funkci clony a koriguje astigmatismus a zkreslení.

b) Frauenhoferova lupa je složena ze dvou stejných plankonvexních čoček přivrácených k sobě vypuklými plochami.

c) Steinheilova (aplanatická lupa) - střední bikonvexní čočka je z korunového skla, vnější záporné menisky jsou ze skla flintového.

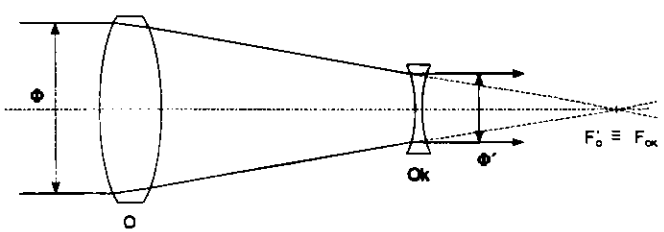
Dalekohledy

Keplerův dalekohled, neboli „hvězdářský", má okulár s kladnou ohniskovou vzdáleností. Vytváří převrácený obraz, což při astronomických pozorováních nevadí. Pro pozorování pozemských předmětů se doplňuje převracejícím systémem umístěným mezi objektivem a okulárem. Dosažené zvětšení je 900x.



Chod paprsků Keplerovým dalekohledem.

Dalekohled Gallileův „holandský" má okulár se zápornou ohniskovou vzdáleností. Vytváří vzpřímený obraz, dosahuje max. zvětšení 6x. Používá se ho jako divadelního kukátka, nebo jako dalekohledových brýlí.



Chod paprsků Galilleovým dalekohledem.

O	- objektiv
Ok	- okulár
F	- průměr vstupní pupily
F'	- průměr výstupní pupily

Zvětšení dalekohledu G je určeno vztahem

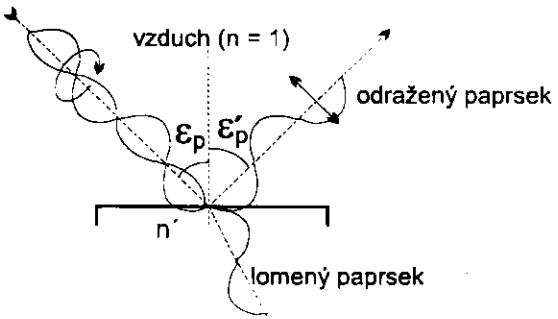
$$\Gamma = \frac{f'}{f'o} = \frac{\Phi}{\Phi'}$$

f' (f'o)	- ohnisková vzdálenost objektivu (okuláru)
F (F')	- průměr vstupní (výstupní)pupily

Polarizace světla

Přirozené světlo není polarizováno, to znamená, že pro světelné vlny není přiřazen žádný směr. Dopadne-li paprsek na plochu mezi vzduchem a látkou, která nevodí elektřinu, s indexem lomu n´, je část paprsku (při šikmém dopadu) látkou pohlcena a druhá část odražena. Je-li úhel dopadu shodný s "polarizačním úlem" ε'_p , potom odražené světlo je polarisováno v rovině kolmé k rovině dopadu. To je tzv. lineární polarisace. Pro polarisační úhel platí Brewsterův zákon:

$$\tan \varepsilon_p = n'$$



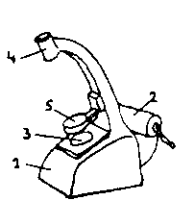
Polarizace světla se využívá například při kontrole vnitřního pnutí brýlových čoček (při tepelném tvrzení, sesazování) dále při refrakci u binokulárního dokorigování (balken test), určení forií, určení anisometropie a pod.
Na trhu jsou dnes nabízeny polarizační sluneční i dioptrické brýle , které odstraní nepříjemné reflexe vznikající na vodních plochách nebo rozpáleném asfaltu.

Z HISTORIE OPTIKY

4606. Kontrola vnitřního napětí

U hotových brejlí je dobře kontrolovat vnitřní napětí ve skle, abychom předešli snadnému prasknutí skla. Děje se to polarisovaným světlem. [1605].

Přístroj ke kontrole vnitřního napětí obr. 85. se skládá z podstavce 1 se žárovkou 2, jejíž odrazem polarisované světlo prochází destičkou 3 a je pozorováno analysátorem 4, eventuálně sklápěcí lupou 5. Po rozsvícení žárovky se otáčením analysátoru zatemní zorné pole, načež se položí na destičku 3 brejlové sklo; vnitřní napětí se prozradí osvětlením v místě napětí, v němž byla stočena polarisační rovina.



Úvod do refrakce

Určení nejlepší sférické čočky

Korekční čočka je taková (sféra nebo sférocylindrická kombinace), u které splyne obrazové ohnisko s dalekým bodem oka.

Nejlepší sférická čočka.
Určení naturálního visu. Pakliže nemáme žádné podklady, vycházíme z předpokladu, že je zkoušený hypermetrop. Předsadíme mu podle následující tabulky předpokládanou korekci.

naturální visus	předpokládaná korekce
0,05 a menší	2 dpt
0,05 - 0,2	1 dpt
0,2 - 0,5	0,5 dpt
vyšší než 0,5	0,25 dpt

Otázka Je to horší?

Odpověď: „Horší." Zkoušený je buď emetrop nebo myop.

„Není horší." Zkoušený je hypermetrop.

Myopie: po malých stupních začínáme od nuly (nebo podle stupňovací tab.) až do dosažení nejlepšího visu. Pozor na umělou hypermetropii, vyvolanou překorigováním. Takto vyvolaná akomodace se jen velmi těžko odstraní.

Mínusová čočka se může předsadit pouze v případě, že je s ní dosaženo lepší zrakové ostrosti!

Hypermetropie: po malých stupních začínáme od nuly (nebo podle tupňovací tab.) až do dosažení nejlepšího visu. Podle Dondersche - velmi malá zbytková akomodace.

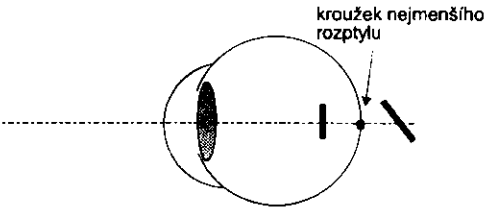
Zamlžovací metoda - předsadit silnou plusovou čočku, a dále postupovat jako u myopie.

Nejlepší sférická čočka

Hyperopie — **nejsilnější plusová čočka** (spojka), se kterou je dosaženo nejlepšího vizu

Myopie — **nejslabší mínusová čočka** (rozptylka), se kterou je dosaženo nejlepšího vizu

Astigmatismus — nejslabší mínusová, nebo nejsilnější plusová čočka, se kterou je dosaženo - **smíšeného astigmatismu (astigmatismus mixtus)**



Změna čoček ve zkušební obrubě

mínusové čočky — ve zkušební obrubě měníme tak, že nejdříve vyjmeme "starou" čočku a potom vložíme "novou".

plusové čočky — ve zkušební obrubě měníme tak, že nejdříve vložíme "novou" čočku a potom vyjmeme "starou".

Nejlepší sférická čočka je **čočka s matematicky nejvyší hodnotou** (nejplusovější), se kterou je dosaženo maximálního vizu.

Kladení otázek

Při dosazení ***plusové čočky***

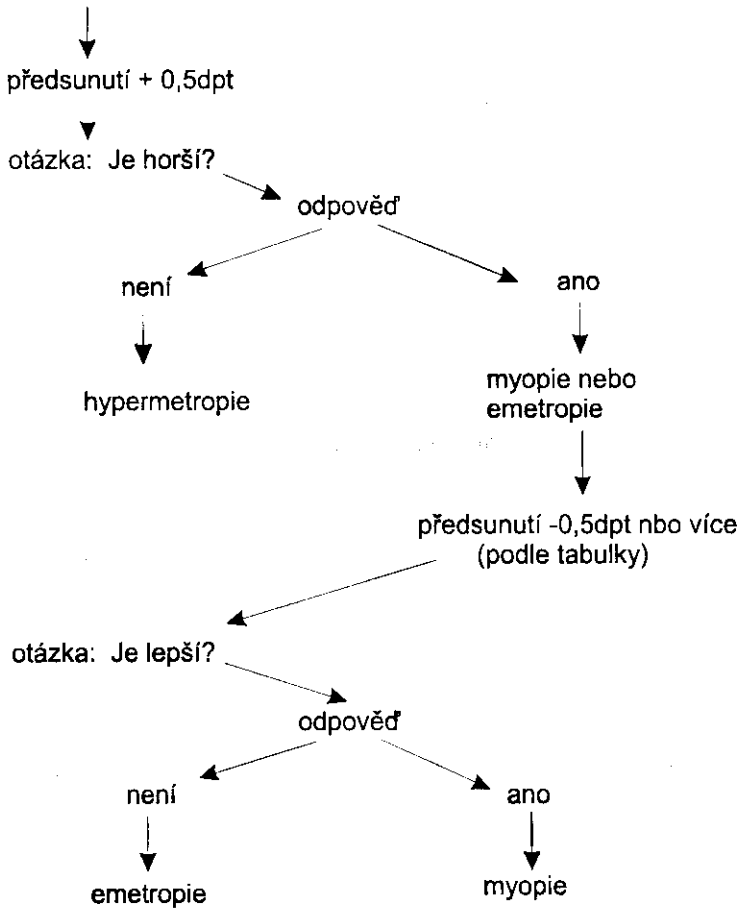
je horší

Otázka ?

nebo stejné

Při dosazení ***mínusové čočky***

je lepší



Značení zrakové ostrosti

staré	nové
6 / 60	0,1
6 / 30	0,2
6 / 20	0,3
6 / 10	0,6
6 / 8	0,75
6 / 6	1,0
6 / 5	1,2
6 / 4	1,5

Nejlepší sférická čočka

Určení vizu
(bez korekce)

Předsazení plusových čoček

Předsazení mínusových čoček

Nejlepší sférická čočka

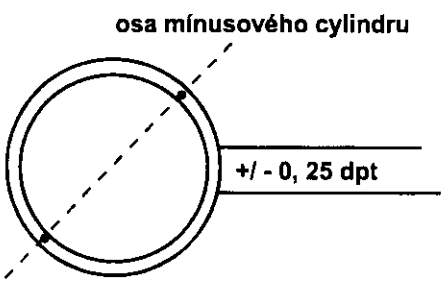
Předřazeno zůstane

Nejsilnější plusová čočka

Nejslabší mínusová čočka

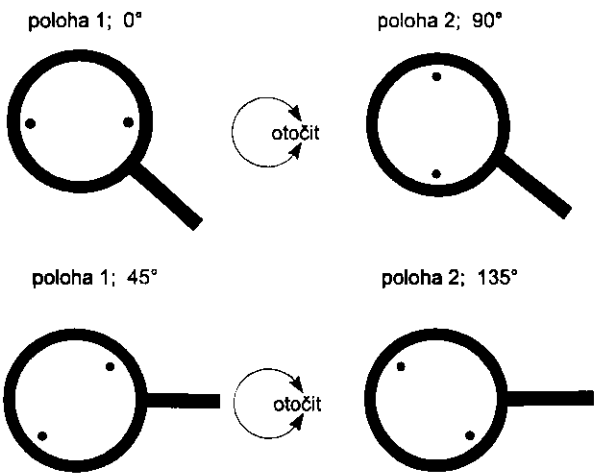
Zkřížený cylidr

Zkřížený cylindr je konstruován tak, že dvě navzájem kolmé osy mají opačné dioptrické účinky (-0,25 dpt a + 0,25 dpt popř.-0,5 dpt a +0,5 dpt). Držadlo zkříženého cylindru je vzhledem k osám cylindrů připevněno v úhlu 45°. Otočením o 180° kolem osy držadla se dioptrické účinky navzájem vymění.



Dnes se refrakce provádí zásadně s mínusovým cylindrem, osa plusového cylindru je tedy bez významu. Otočením držadla o 180° dojde k přesunutí účinku mínusového cylindru o 90°

Při refrakční zkoušce je mínusová osa zkříženého cylindru předkládána v osách 0°, 90° a 45°, 135°.



Klademe otázku: **Je lepší poloha jedna**

nebo dvě ?

Při zjišťování astigmatismu pomocí zkříženého cylindru je pro nás důležité pouze porovnání obou poloh, nikoli absolutní vizus. Proto se musí zkoušenému k porovnání nabídnout co možná nejvíce kulatá optotypová značka (např. C,O,D,G), která odpovídá cca. visu o 0,2 nižšímu.

Při zrakové ostrosti pod 0,5 použijeme ZC +/- 0,5 dpt.
Při zrakové ostrosti nad 0,5 použijeme ZC +/- 0,25 dpt.
(Zraková ostrost s nejlepší sférickou čočkou.)

Cylindr zesílit nebo předsadit ;

Nejdříve změnit sféru, potom cylindr.

Cylindr zeslabit nebo vyjmout ;

Nejdříve změnit cylindr, potom sféru.

Vyhodnocení zkoušky na astigmatismus

Obdržíme-li při jedné nebo dvou polohách ZC odpověď

" je lepší "

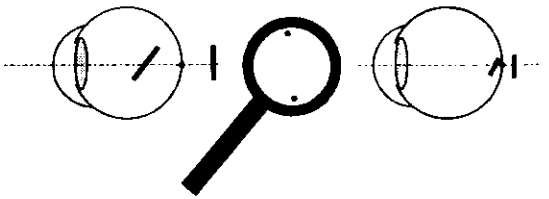
znamená to ;

a) **prokázání astigmatismu**

b) **osa astigmatismu leží cca. v " *lepší* " viděné poloze (resp. mezi dvěma lépe viděnými polohami)**

je - li ZC předsazen ve správné ose, posunou se ohniska blíže na sítnici (kroužek nejmenšího rozptylu) - zkoušený vidí lépe

Není - li žádná z nabízených poloh hodnocena jako lepší, znamená to, že astigmatismus není.



Odhadnutí síly cylindru

Vycházíme z vizu dosaženého s " **nejlepší sférickou čočkou** "

Odhadovací tabulka

visus	cylindr
1,0	0,0 nebo 0,25
0,5	1,0
0,25	2,0
0,12	3,0
0,06	4,0

Předsazení korekčního cylindru

Podle tabulky předsadime příslušný cylindr . Jeho osa leží v ose, která je totožná s osou ZC, se kterou bylo lépe viděno. Současně musí být nejlepší sférické sklo změněno o poloviční hodnotu dosazeného cylindru směrem k plusovým hodnotám (minus snížit, plus zvýšit).

Příklad 1)

Nejlepší sférická čočka	=	-4,5
Odhadnutý cylindr	=	-1,0
Po dosazení cylindru	sph	-4,0
	cyl	-1,0

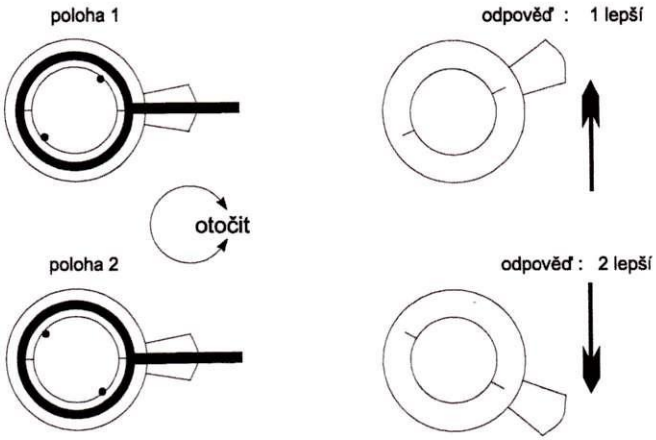
Příklad 2)

Nejlepší sférická čočka	=	+3,5
Odhadnutý cylindr	=	- 0,5
Po dosazení cylindru	sph	+3,75
	cyl	- 0,5

Je - li předsazen odhadnutý cylindr, musí být sféra dokorigována o poloviční hodnotu cylindru "do plusu".

Dokorigování osy cylindru

Rukojeť zkříženého cylindru na ose korekčního cylindru.

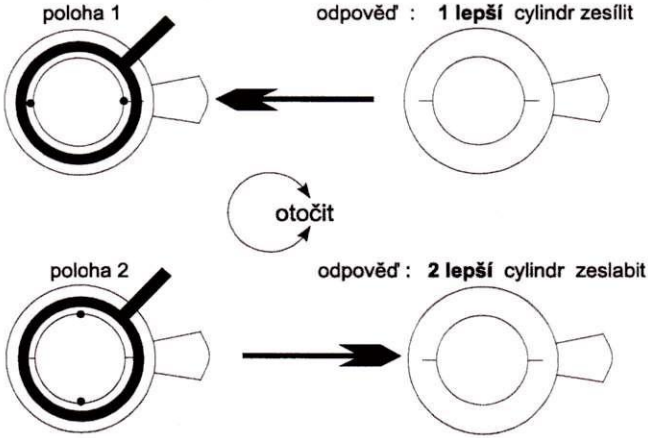


Osu dokorigovat ve směru šipky.

Je - li poloha 1 a poloha 2 stejná, je osa korekčního cylindru správná.
Osu dokorigovat ve směru šipky.

Dokorigování síly korekčního cylindru

Osa zkříženého cylindru na ose korekčního cylindru.

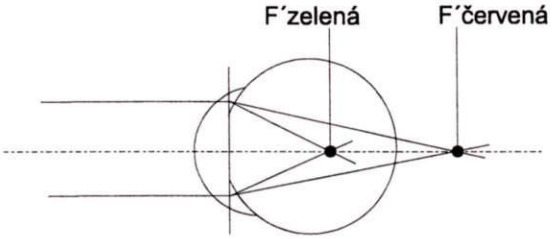


Je-li cylindr zesílen o -0,5 dpt, musí být sféra dokorigována o +0,25 dpt.

Červeno - zelený test

Červené světlo - dlouhovlnné - slabší lomivost
ohnisko **leží za sítnicí**

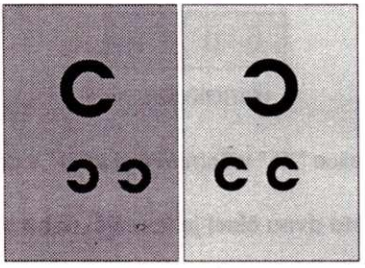
Zelené světlo - krátkovlnné - silnější lomivost
ohnisko **leží před sítnicí**



Instrukce pro zkoušeného :

Vidíte červené a zelené pole. Porovnejte kruh v zeleném poli s tímtéž kruhem v poli červeném.

červená



zelená

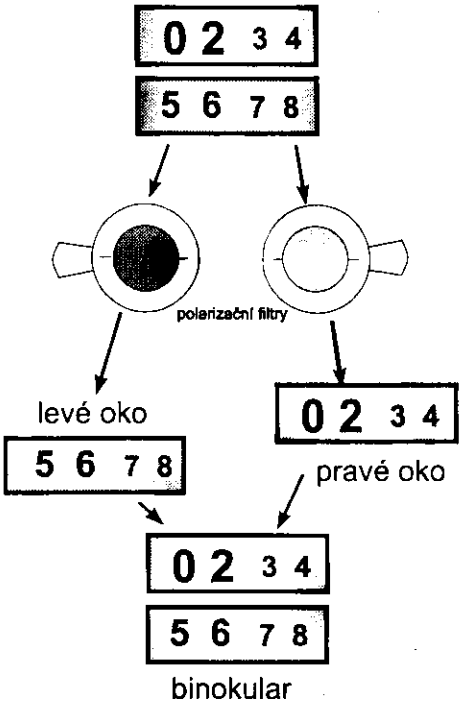
Otázka: **V jakém poli vidíte tento kruh zřetelnější nebo černější ?**

Zelený lepší	**+0,25 dpt předsadit**
Červený lepší	**-0,25 dpt předsadit**

Je - li červená a zelená viděna stejně, je sféra dokorigována.

Binokulární korekce - balken - test

Před použitím testu se musí binokulárně předsadit +0,5 dpt.



Otázka : Srovnejte číslice " O " v horním poli s " 5 " v dolním poli.

Které z těchto dvou čísel je jasnější nebo černější?

Odpověď : ***" O " je jasnější*** před pravé oko předsadit +0,25 dpt
nebo před levé oko - 0,25 dpt

" 5 " je jasnější před levé oko předsadit +0,25 dpt
nebo před levé oko t - 0,25 dpt

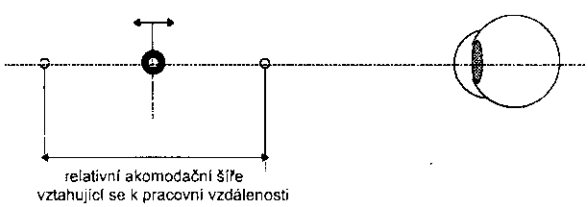
Jsou - li nad sebou ležící číslice stejně zřetelné, nebo černé, je binokulární dokorigování ukončeno.

Určení korekční síly do blízka

S přibívajícím věkem ubývá akomodační schopnost oka. Oko ztrácí schopnost zaostřit do blízka - presbyopie. Presbyopii korigujeme plusovým přídavkem do blízka. Po ukončení korekce do dálky, přidáme podle stáří korigovaného přídavek do blízka.
Následující tabulka udává ! **pouze přibližně pro vdálenost 33 cm** ! sílu přídavku do blízka podle stáří.

stáří	dpt
45	1,0
48	1,5
50	2,0
55	2,5
60	3,0

Zkoušenému předložíme do jeho potřebné pracovní vzdálenosti tabulku na čtení a vzálením nebo přblížením této tabulky určíme hloubku jeho zorného pole - akomodační šíři. Pracovní vdálenost by měla ležet přibližně uprostřed této akomodační šíře.



Zvýšením přídavku do blízka se toto pole k oku přiblíží.

Snížením přídavku do blízka se toto pole od oka vzdálí.

Abecední rejstřík

	strana
A	
Abbeovo číslo	33
Akomodační šíře - AŠ	14
Antireflexní vrstvy	59
Asférická plocha	40
Asférické čočky	39
Astigmatismus	16
B	
Balken test	76
Barevná vada čočky	33
Bifokální - dvouohniskové - čočky	46
Blízký bod - P	14
C	
Centrování asférických brýlových čoček	41
Centrování bifokálních čoček	48
Centrování multifokálních čoček	51
Cykloforie	30
Červeno - zelený test	75
Četnost výskytu zrakových vad	17
D	
Daleký bod - R	13
Decentrované -prismatické čočky	32
E	
Emetropie	15
Esoforie	29
Exoforie	28
F	
Flintová skla	36
Fresnelovy folie	56

Fúze 28

G

Gallileův dalekohled 65

Geometrický střed 32

Graf průměrné výše akomodační šíře 14

Gullstrandova rovnice 22

Gullstrandovo schématické oko 11

H

Heteroforie 28

Heterotropie 28

Historie 7

Hlavní body H, H´ 24

Hloubka ostrosti 47

Hodnoty Gullstrandova schématického oka 11

Hustota 33

Hyperforie 29

Hypermetropie 15

Hypoforie 29

I

Index lomu 33

Indexová ametropie: 17

K

Keplerův dalekohled 65

Kombinace ametropií s presbyopií 19

Korekce astigmatismu 19

Korekce do blízka 77

Korekce hypermetropie 18

Korekce myopie 18

Korekce presbyopie 19

Korunová skla 36

L

Lentikulární čočky - dialenti 53

Lomivá ametropie 17

Lupy - zvětšení 63

M

Měření a kontrola multifokálních čoček 51

Měření brýlových čoček sférických 25

Měření brýlových čoček torických 26

Měření brýlových obrub 57

Měření PD 44

Měření prismatických čoček 31

Model astigmatického zobrazení 21

Model oka 11

Multifokální - víceohniskové - čočky 50

Myopie 15

N

Nejlepší sférická čočka 67

Nevýhody výšelomivých materiálů 37

O

Oční svaly 10

Optická mohutnost 22

Optický střed 32

Optotyp 12

Ortoforie 28

Osová ametropie 17

P

Polarisace světla 66

Presbyopie 17

Propustnost - transmise 34
Přizpůsobování brýlí 58
Pupilární distance PD 43
R
Radiusová ametropie: 17
Redukce středové tloušťky 54
Refrakční stav oka - AR (axiální refrakce) 13
Rekonstrukce vztažných bodů 52
Rohovkové reflexy 59
Rozdělení astigmatismu 16
S
Sférické čočky 20
Skok obrazu u bifokálních čoček 47
Složení oka 10
Smíšené forie 30
Stupeň vlastní refexe (plast) 38
Stupeň vlastní refexe (silikát) 37
Sturmův konoid 21
Světlo 34
T
Tabo schema 27
Torické čočky 20
Trifokální - čočky 49
Tvrzení brýlových čoček 61
U
Umělé hmoty 38
UV - záření / UV - filter 34
V
Variabilní inset 50

Vlastní reflexe jednotlivých materiálů 59
Vlastní zvětšení čočky N 23
Vnější reflexy 59
Vnitřní reflexy 59
Vrcholová lámavost 23
Výhody výšelomivých materiálů 37
Vzdálenost brýlové čočky od rohovky 45
Vztažný bod 32
Z
Zkřížený cylindr 70

Použitá literatura:

Kolektiv autorů
Technický sborník oční optiky

Doc. MUDr. Milan Anton CSc.
Základy refrakce

Ing. Jaroslav Polášek CSc.
Vidění a brýlová korekce

Ing. Jan Valníček
Brejlařská optika

Heinz Diepes
Refraktionsbestimmung

Jörg Trotter
Das Auge

Dipl.-Ing. Wolf Dieter Müller
Mittedickenreduktion

Dipl.-Ing. Elmar Wirsching
Konzeptionelle Unterschiede asphärischer Brillengläser

WVAO
Brillenglaszentrierung

Fleck, Heynig, Mütze
Die Praxis der Brillenanpasung

Marta Polívková - bakalář oční optiky
Diplomová prace

Ladislav Najman, Richard Baštecký
Brýlová optika - v časopise česká Oční optika