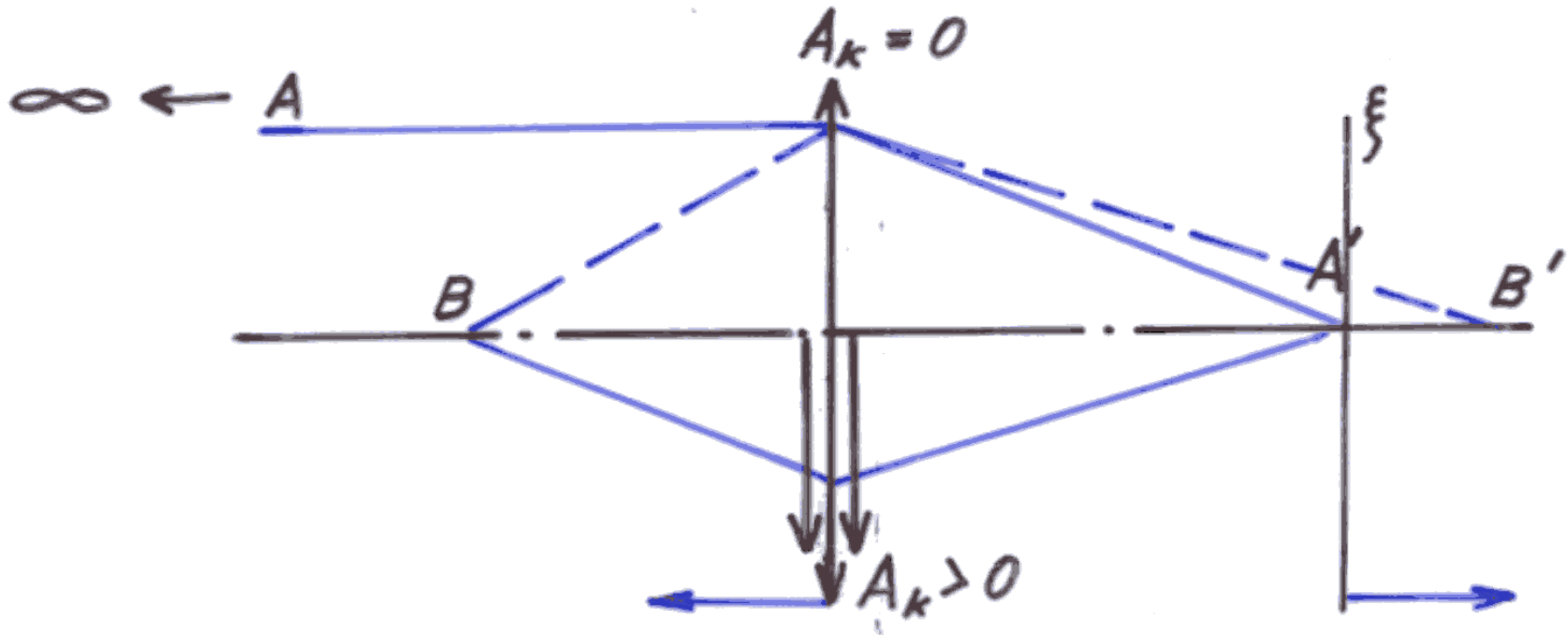


# AKOMODACE

# Akomodace

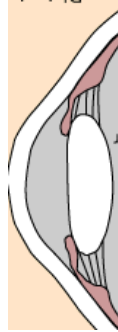
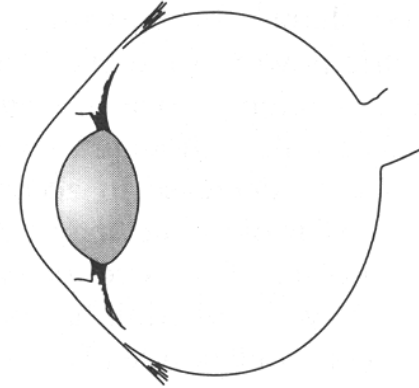
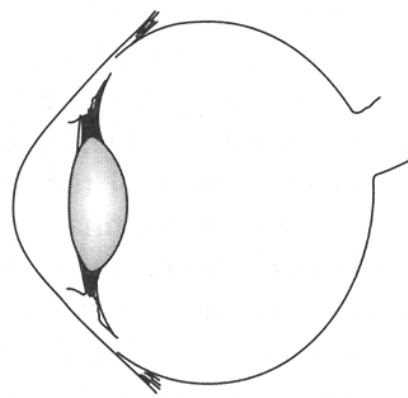


Akomodace  $A_k$  ... kladný přírůstek optické mohutnosti oka

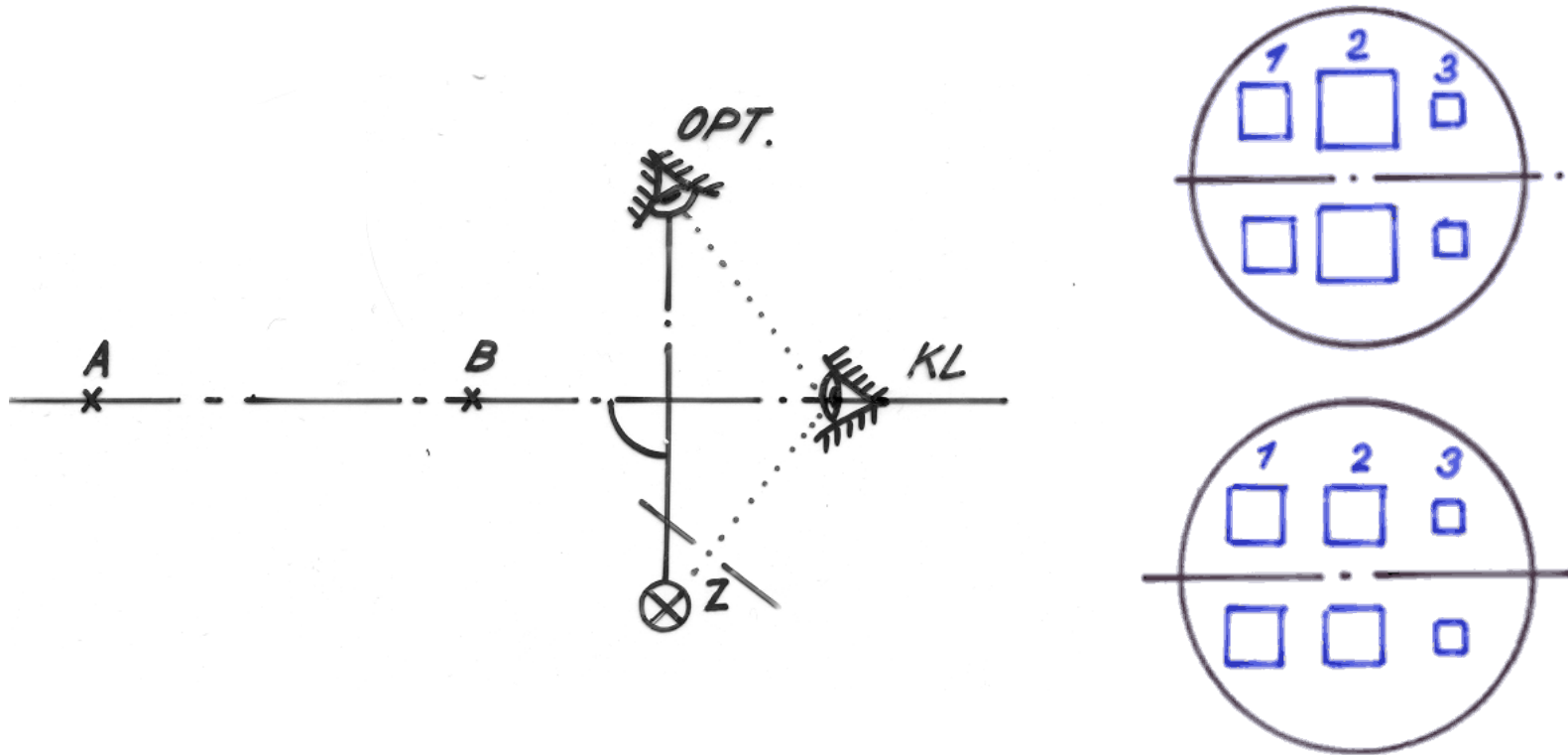
# Mechanismus akomodace



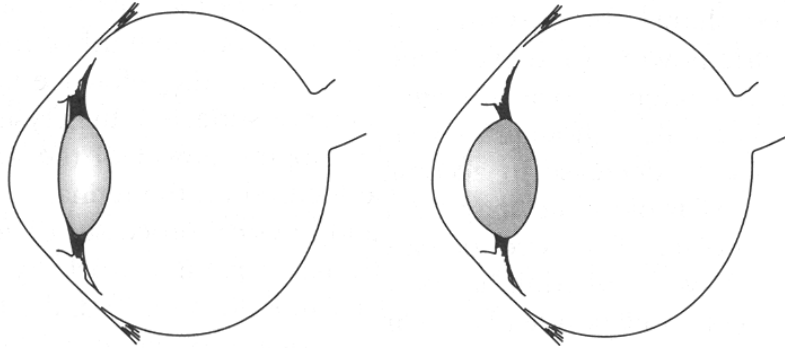
**Hermann Ludwig  
Ferdinand von  
Helmholtz 1855  
(1821–1894)**



# Purkyňův pokus



# Mechanismus akomodace



## Indexy lomu :

	akom. klid	akom. max.
rohovka	1,376	1,376
komorová voda a sklivce	1,336	1,336
čočka ekvivalentní	1,406	1,406
čočka	1,386	1,386

## Místo :

první lámavá plocha rohovky	0	0
druhé lámavé plochy rohovky	0,5	0,5
první lám. plochy čočky	3,6	3,2
první lám. pl. ekviv. čočky	4,146	3,8725
druhé lám. pl. ekviv. čočky	6,565	5,5275
druhé lám. pl. čočky	7,2	7,2

## Optické centrum čočky

## Poloměry zakřivení :

první lám. p. rohovky	7,7	7,7
druhé lám. pl. rohovky	6,8	6,8
ekviv. pl. čočky		
první lám. pl. čočky	10,000	5,33
první lám. pl. ekviv. čočky	7,911	2,655
druhé lám. pl. ekviv. čočky	-5,76	-2,655
druhé lám. pl. čočky	-6,000	-5,33

## Optická mohutnost :

první lám. p. rohovky	48,83	48,83
druhé lám. pl. rohovky	-5,88	-5,88
ekviv. pl.		
první lám. pl. čočky	5,000	9,375
jádra čočky	5,985	14,96
druhé lám. pl. čočky	8,33	9,375

## Rohovkový systém :

optická mohutnost	43,05	43,05
místo předmětového hl. bodu	-0,0496	-0,0496
místo obrazového hl. bodu	-0,0506	-0,0506
předmětová ohnisková vzdálenost	-23,227	-23,227
obrazová ohnisková vzdálenost	31,031	31,131

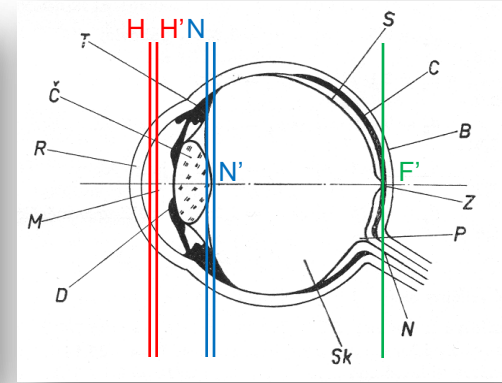
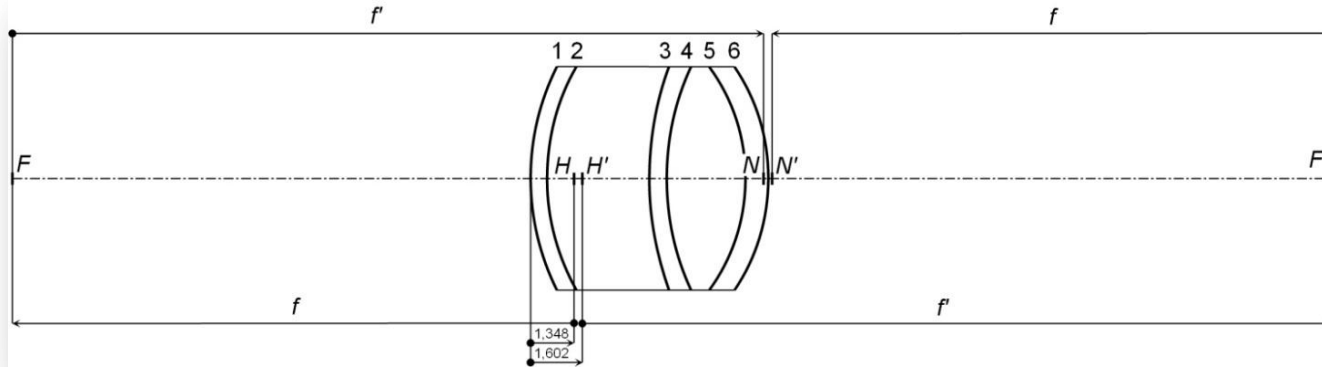
## Čočkový systém :

optická mohutnost	19,11	33,06
místo předmětového hl. bodu	5,678	5,145
místo obrazového hl. bodu	5,808	5,255
ohnisková vzdálenost	69,908	40,416

## Celkový systém :

optická mohutnost	58,64	70,57
místo předmětového hl. bodu	1,348	1,722
místo obrazového hl. bodu	1,602	2,086
místo předm. ohniska	-15,707	-12,397
místo obraz. ohniska	24,387	21,016
předm. ohnisk. vzdál.	-17,055	-14,169
obraz. ohnisk. vzdál.	22,785	18,030
místo fovey centralis	24,00	24,00
axiální refrakce	1,00	-9,6
místo blízkého bodu P		-102,3
skutečný střed otáčení oka C'	13,0	13,0
místo předmětového uzlového bodu	7,078	6,533
místo obraz. uzlového bodu	7,332	6,847
místo vstupní pupily	3,047	2,668
místo výstupní pupily	3,667	3,212

# Optický systém oka při akomodačním klidu



plocha č.	1	2	3	4	5	6
$n'$	1,376	1,336	1,386	1,406	1,386	1,336
$n$	1	1,376	1,336	1,386	1,406	1,386
$r$	7,7	6,8	10	7,911	-5,76	-6
$d$	0,5	3,1	0,546	2,419	0,635	
$x_1$ plochy	0	0,5	3,6	4,146	6,565	7,2
$x$	nekon.	27,6787	27,3808	25,2193	22,0391	19,9691
$n/x$	0	0,04971	0,04879	0,05496	0,0638	0,06941
$\varphi = (n'-n)/r$	0,04883	-0,0059	0,005	0,00253	0,00347	0,00833
$n'/x'$	0,04883	0,04383	0,05379	0,05749	0,06727	0,07774
$x'$	28,1787	30,4808	25,7653	24,4581	20,6041	17,1854
$x'-d$	27,6787	27,3808	25,2193	22,0391	19,9691	
$x'/(x'-d)$	1,01806	1,11322	1,02165	1,10976	1,0318	
$f'_R = 31,0314$						

$x'(F') = 17,1854\text{mm}$   
 $x'(H') = -5,5992\text{mm}$   
 $x'(N') = 0,13106\text{mm}$

$f' = 22,7846\text{mm}$   
 $\varphi'_c = 58,6361\text{D}$

$x_1(F') = 24,3854\text{mm}$   
 $x_1(H') = 1,6008\text{mm}$   
 $x_1(N') = 7,33106\text{mm}$

	6	5	4	3	2	1
	1,386	1,406	1,386	1,336	1,376	1
	1,336	1,386	1,406	1,386	1,336	1,376
	6	5,76	-7,911	-10	-6,8	-7,7
	0,635	2,419	0,546	3,1	0,5	
	nekon.	165,685	116,356	94,3094	64,73	92,7424
	0	0,00837	0,01208	0,0147	0,02064	0,01484
	0,00833	0,00347	0,00253	0,005	-0,0059	0,04883
	0,00833	0,01184	0,01461	0,0197	0,01476	0,06367
	166,32	118,775	94,8554	67,83	93,2424	15,7065
	165,685	116,356	94,3094	64,73	92,7424	
	1,00383	1,02079	1,00579	1,04789	1,00539	

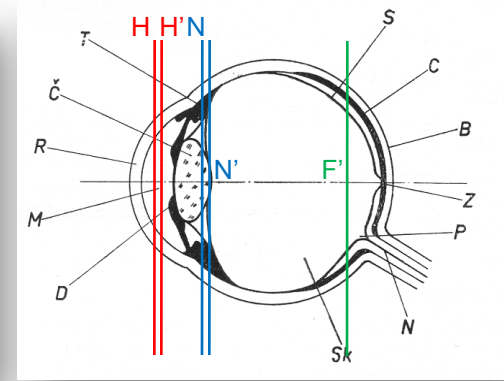
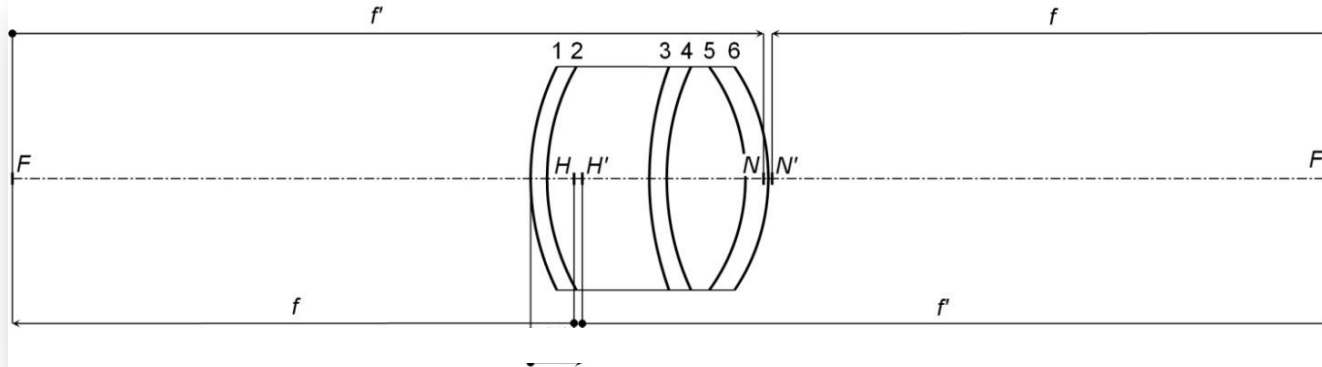
$x(F) = -15,706\text{mm}$   
 $x(H) = 1,34786\text{mm}$   
 $x(N) = 7,07811\text{mm}$

$f = -17,054\text{mm}$   
 $\varphi'_c = 58,6361\text{D}$

$x_1(F) = -15,706\text{mm}$   
 $x_1(H) = 1,34786\text{mm}$   
 $x_1(N) = 7,07811\text{mm}$

- R - rohovka
- M - komorová voda
- C - čočka
- Sk - sklivec
- S - sítnice
- Z - žlutá skvrna
- D - duhovka
- T - ciliární sval
- C - cévnatka
- B - bělma
- P - papila, slepá skvrna
- N - oční nerv

# Optický systém oka při akomodačním maximu



plocha č.	1	2	3	4	5	6
$n'$	1,376	1,336	1,386	1,406	1,386	1,336
$n$	1	1,376	1,336	1,386	1,406	1,386
$r$	7,7	6,8	5,33	2,655	-2,655	-5,33
$d$	0,5	2,7	0,6725	1,655	1,6725	
$x_1$ plochy	0	0,5	3,2	3,8725	5,5275	7,2
$x$	nekon.	27,6787	27,7808	23,4437	19,4392	15,6827
$n/x$	0	0,04971	0,04809	0,05912	0,07233	0,08838
$\varphi = (n'-n)/r$	0,04883	-0,0059	0,00938	0,00753	0,00753	0,00938
$n'/x'$	0,04883	0,04383	0,05747	0,06665	0,07986	0,09776
$x'$	28,1787	30,4808	24,1162	21,0942	17,3552	13,6663
$x'-d$	27,6787	27,7808	23,4437	19,4392	15,6827	
$x'/(x'-d)$	1,01806	1,09719	1,02869	1,08514	1,10665	

$$f'_R = 31,0314$$

$$\begin{aligned} x'(F') &= 13,6663\text{mm} \\ x'(H') &= -5,1912\text{mm} \\ x'(N') &= -0,4486\text{mm} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} f' &= 18,8575\text{mm} \\ \varphi'_c &= 70,8471\text{D} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} x_1(F') &= 20,8663\text{mm} \\ x_1(H') &= 2,0088\text{mm} \\ x_1(N') &= 6,75141\text{mm} \end{aligned}$$

	6	5	4	3	2	1
	1,386	1,406	1,386	1,336	1,376	1
	1,336	1,386	1,406	1,386	1,336	1,376
	5,33	2,655	-2,655	-5,33	-6,8	-7,7
	1,6725	1,655	0,6725	2,7	0,5	
	nekon.	146,075	80,9477	54,9853	35,9265	43,4551
	0	0,00949	0,01737	0,02521	0,03719	0,03166
	0,00938	0,00753	0,00753	0,00938	-0,0059	0,04883
	0,00938	0,01702	0,0249	0,03459	0,0313	0,0805
	147,748	82,6027	55,6578	38,6265	43,9551	12,423
	146,075	80,9477	54,9853	35,9265	43,4551	
	1,01145	1,02045	1,01223	1,07515	1,01151	

$$\begin{aligned} x(F) &= -12,423\text{mm} \\ x(H) &= 1,69193\text{mm} \\ x(N) &= 6,43454\text{mm} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} f &= -14,115\text{mm} \\ \varphi'_c &= 70,8471\text{D} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} x_1(F) &= -12,423\text{mm} \\ x_1(H) &= 1,69193\text{mm} \\ x_1(N) &= 6,43454\text{mm} \end{aligned}$$

- R - rohovka
- M - komorová voda
- C - čočka
- Sk - sklivec
- S - sítnice
- Z - žlutá skvrna
- D - duhovka
- T - ciliární sval
- C - cévnatka
- B - bělma
- P - papila, slepá skvrna
- N - oční nerv

# Arizona Eye Model

Name	Radius	Conic	Index	Abbe	Thickness
	7.8 mm	-0.25			
Cornea			1.377	57.1	0.55 mm
	6.5 mm	-0.25			
Aqueous			1.337	61.3	$t_{aq}$
	$R_{ant}$	$K_{ant}$			
Lens			$n_{lens}$	51.9	$t_{lens}$
	$R_{post}$	$K_{post}$			
Vitreous			1.336	61.1	16.713 mm
	-13.4 mm	0.00			
Retina					

$$R_{ant} = 12.0 - 0.4A$$

$$K_{ant} = -7.518749 + 1.285720A$$

$$R_{post} = -5.224557 + 0.2A$$

$$K_{post} = -1.353971 - 0.431762A$$

$$t_{aq} = 2.97 - 0.04A$$

$$t_{lens} = 3.767 + 0.04A$$

$$n_{lens} = 1.42 + 0.00256A - 0.00022A^2$$

A ..  
accommodation  
in diopters

$$z = \frac{r^2 / R}{1 + \sqrt{1 - (K + 1) \frac{r^2}{R^2}}}$$

z = sag of surface

$$r^2 = x^2 + y^2$$

R = radius of curvature

K = conic constant

$K < -1$	Hyperboloid
$K = -1$	Paraboloid
$-1 < K < 0$	Prolate Spheroid (Ellipsoid)
$K = 0$	Sphere
$K > 0$	Oblate Spheroid (Ellipsoid)



# Měření akomodace

- (pseudo)emetropický stav oka
- akomodační výkon dán vergentní hodnotou vzdálenosti blízkého bodu P od předmětové hlavní roviny oka



*DUANEŮV TEST*

*5m 1,45 mm*

*1m 0,29 mm*

*GLASERŮV TEST*



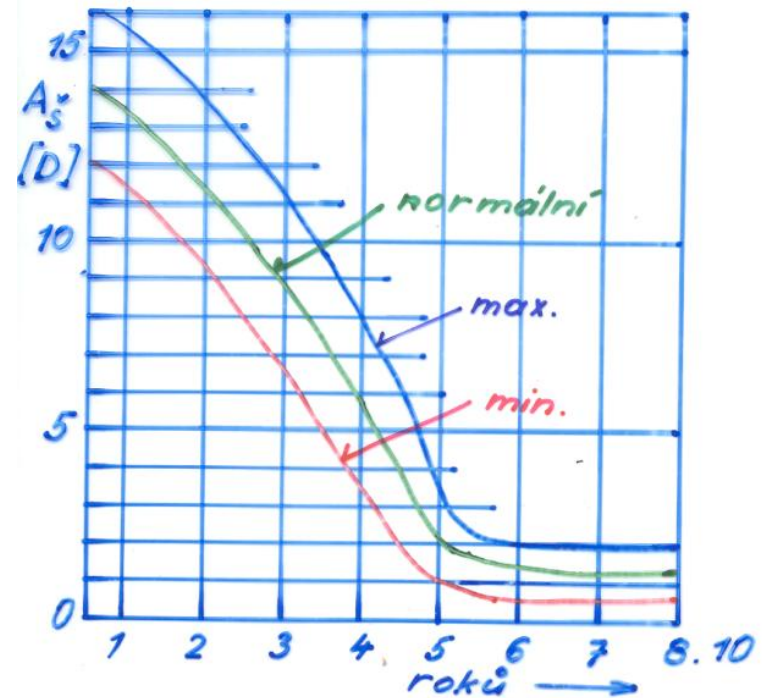
# Závislost akomodační šíře na věku

TABLE 8-1. AMPLITUDE OF ACCOMMODATION AS A FUNCTION OF AGE

Age (years)	Typical Amplitude of Accommodation (diopters) <sup>a</sup>
10	12.50
20	9.75
30	7.25
40	4.00
50	2.50
60	1.25
70	0.50
75	0.00

<sup>a</sup>Extrapolated from the data of Donders (1864) and Duane (1912).

Schwartz S. H.: *Geometrical and Visual Optics – A Clinical Introduction*. McGraw Hill, New York 2002, str. 97.

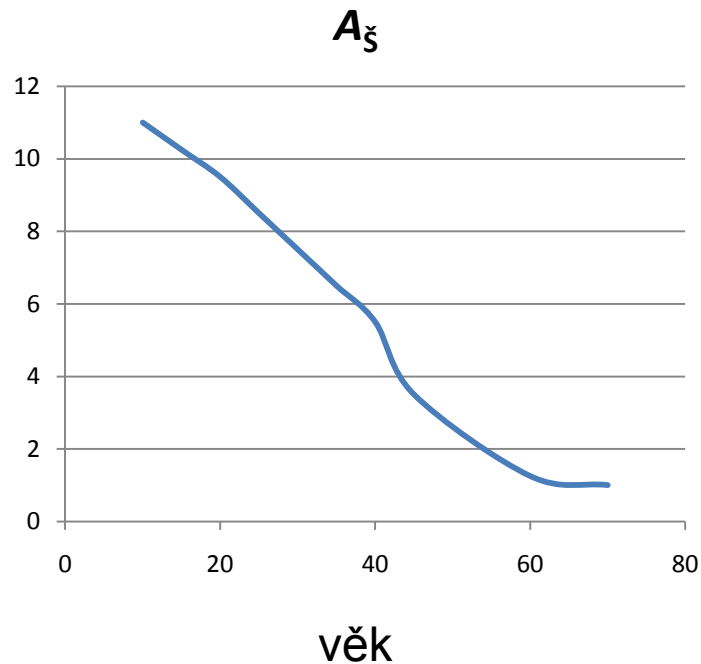


Duaneův graf – závislost  $A_s$  na věku

# Akomodační šíře

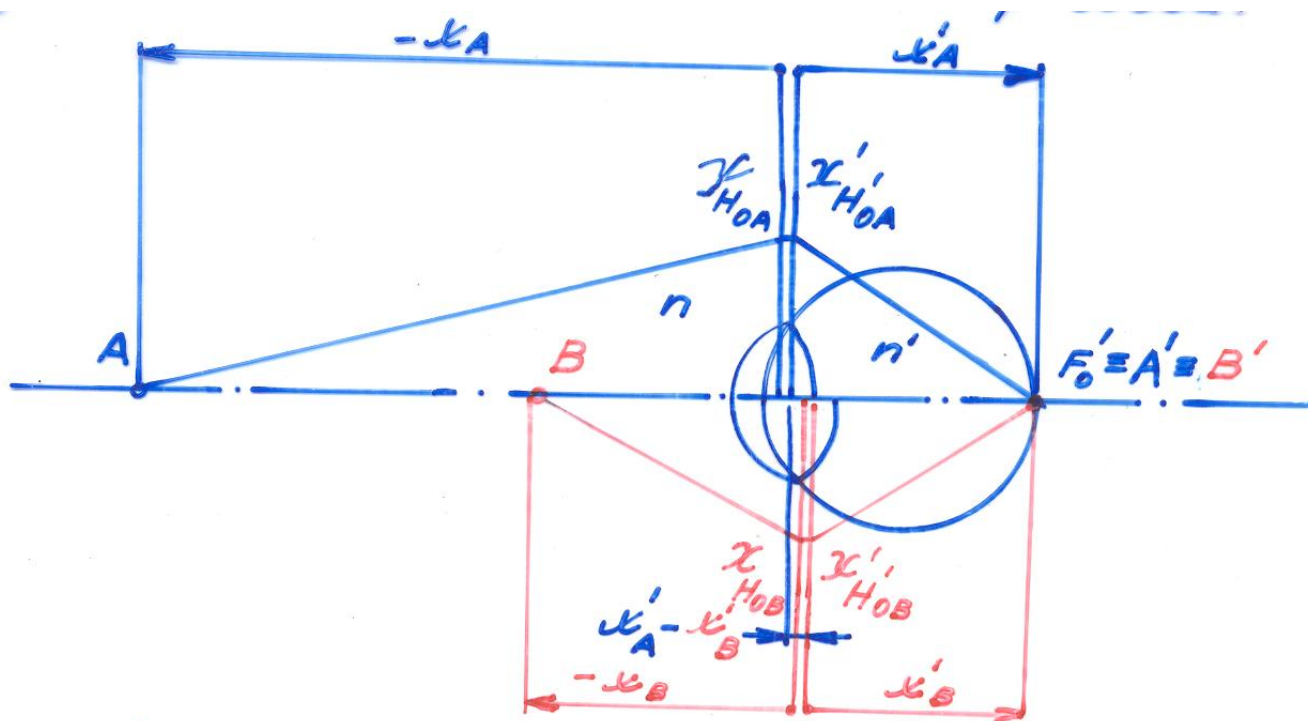
$$A_{\check{s}} = A_R - A_P = 1/a_R - 1/a_P$$

věk	$A_{\check{s}}$
10	11,00
15	10,25
20	9,50
25	8,50
30	7,50
35	6,5
40	5,50
45	3,5
60	1,25
70	1,00



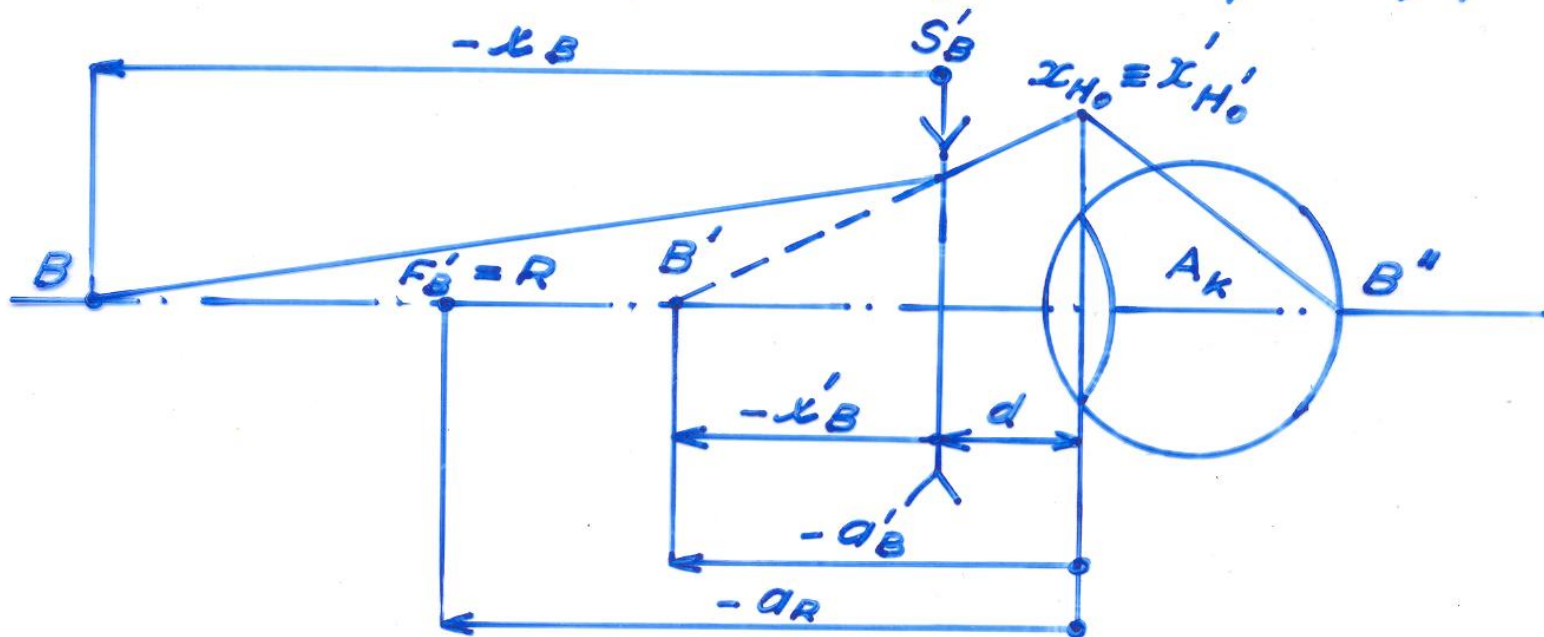
věk	$A_{\check{s}} < 5 \text{ D}$	
	Myop	Hyperop
38	0 %	17 %
40	23 %	67 %
42	57 %	70 %
44	75 %	92 %
45	82 %	100 %

# Optické schéma akomodačního procesu



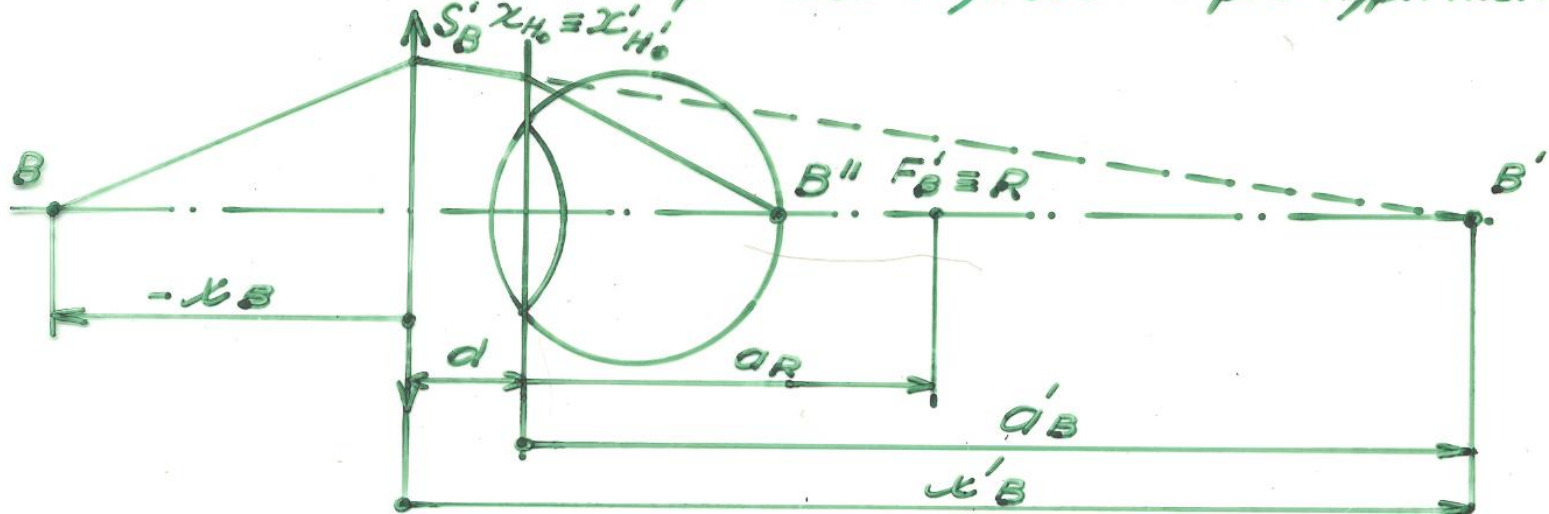
# Rozbor akomodačního procesu s korekcí do dálky

Ovlivnění akomodačního procesu brýl. čočkou pro myopia

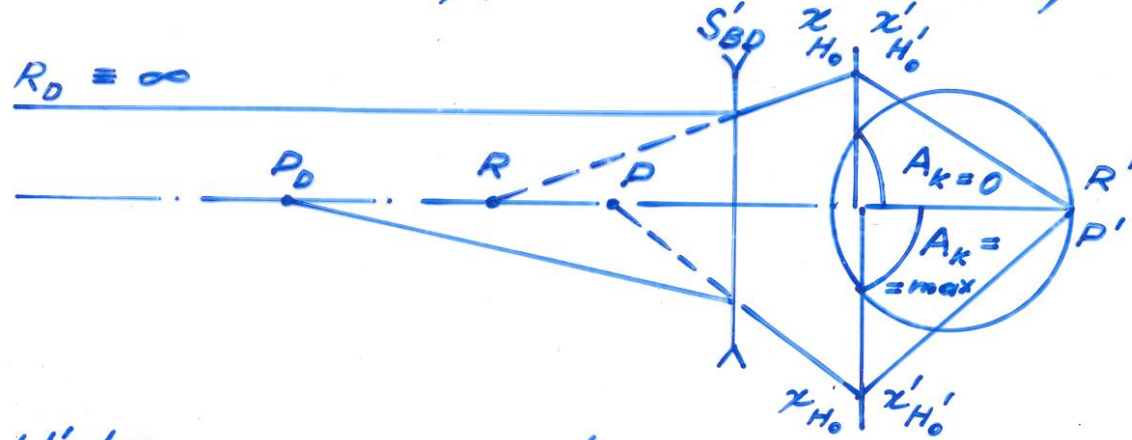


# Rozbor akomodačního procesu s korekcí do dálky

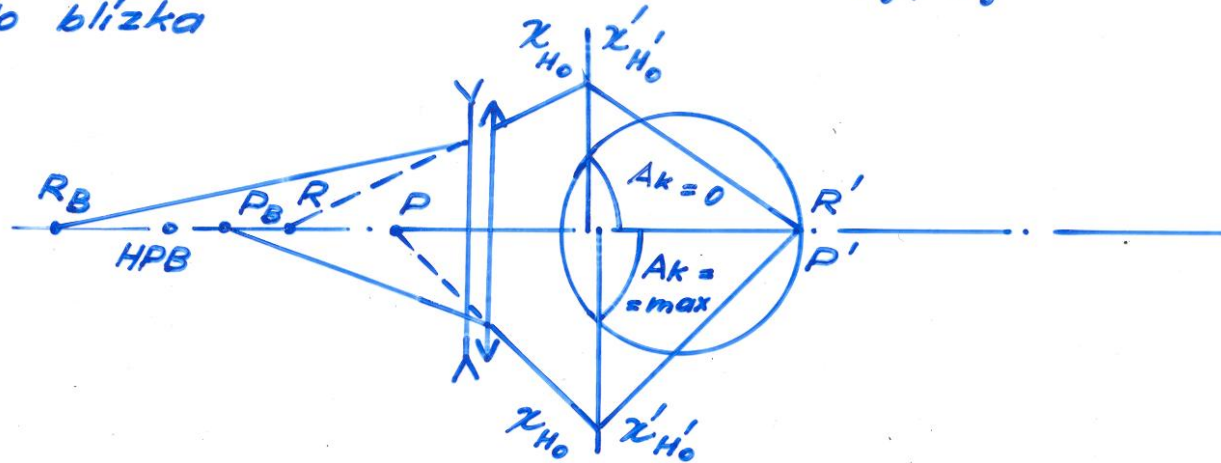
Ovlivnění akomodačního procesu brýl. čočkou pro hypermetropu



Akomodační interval myop. oka s korekcí do dálky



do blízka



Rozbor akomodačního procesu při korekci do blízka