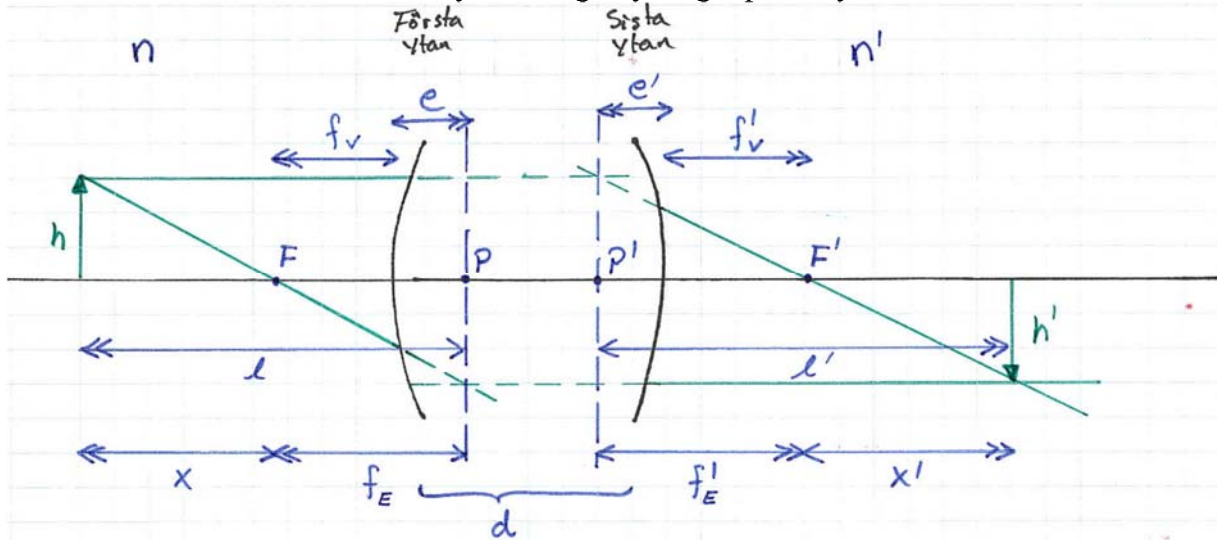


## Föreläsning 6

### Repetition av huvudplan

Bilden nedan visar första och sista ytan i ett godtyckligt optiskt system.



$F'$  är systemets bakre fokalpunkt,  $F$  är främre fokalpunkt

$P'$  är systemets bakre huvudpunkt,  $P$  är främre huvudpunkt (markerar läge för huvudplanen)

Systemets effektiva styrka är  $F_E = -\frac{n}{f_E} = \frac{n'}{f'_E}$  och alltså  $f'_E = \frac{n'}{F_E}$ ,  $f_E = -\frac{n}{F_E}$

där  $f'_E$  är bakre effektiva/ekvivalenta fokallängd och  $f_E$  är främre effektiva fokallängd.

Bakre snittstyrka är  $F'_v = \frac{n'}{f'_v}$ , där  $f'_v$  är bakre snittvidden

Främre snittstyrka är  $F_v = -\frac{n}{f_v}$ , där  $f_v$  är främre snittvidden

Huvudplanens läge relativt systemets främre och bakre yta:

$$e = f_v - f_E \qquad e' = f'_v - f'_E$$

För två linser / ytor med styrkorna  $F_1$  och  $F_2$  och med ett material med brytningsindex  $n_{mellan}$  emellan sig kan den effektiva styrkan och snittstyrkorna beräknas som:

$$F_E = F_1 + F_2 - \left(\frac{d}{n_{mellan}}\right)F_1F_2$$

$$F'_v = \frac{F_E}{1 - \left(\frac{d}{n_{mellan}}\right)F_1}$$

$$F_v = \frac{F_E}{1 - \left(\frac{d}{n_{mellan}}\right)F_2}$$

Om avstånden mäts ifrån huvudplanen kan de vanliga avbildningsformlerna användas:

$$L = \frac{n}{l} \quad L' = \frac{n'}{l'} \quad L' = L + F_E$$

$$m = \frac{h'}{h} = \frac{L}{L'} = -\frac{x'}{f'_E} = -\frac{f_E}{x}$$

Lateral förstoring.  $x$  och  $x'$  mäts från  $F$  resp  $F'$

$$xx' = f_E f'_E$$

Newtons relation

# Asfärisk optik

Peter Unsbo  
Kungliga Tekniska Högskolan



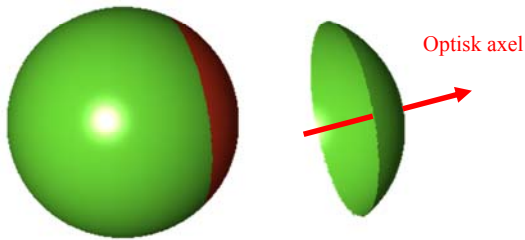
- Olika optiska ytor
- För- och nackdelar med asfäriska ytor

## Optiska ytor

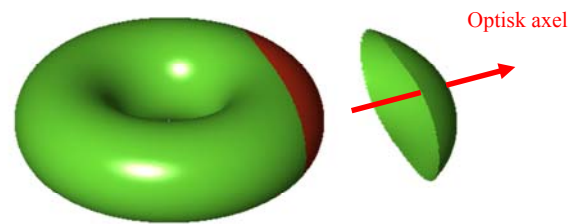
- Sfäriska ytor
  - Vanligast
  - Även plana ytor
- Ickesfäriska ytor
  - Astigmatiska linser
- Asfäriska ytor
  - Koniska ytor
  - Allmänt asfäriska
- Segmenterade ytor



## Sfärisk yta

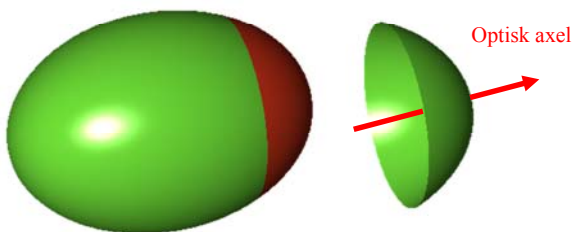


## Torisk yta (astigmatisk yta)



Ickesfärisk, men inte asfärisk yta

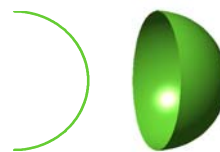
## Elliptisk yta



Asfärisk, rotationssymmetrisk yta

## Kägelsnitt (koniska ytor)

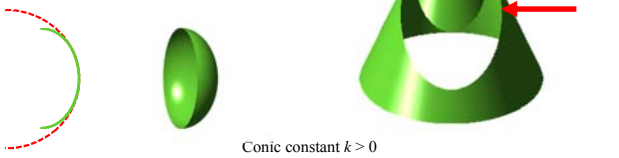
Cirkel  
(Sfär)



Conic constant  $k = 0$

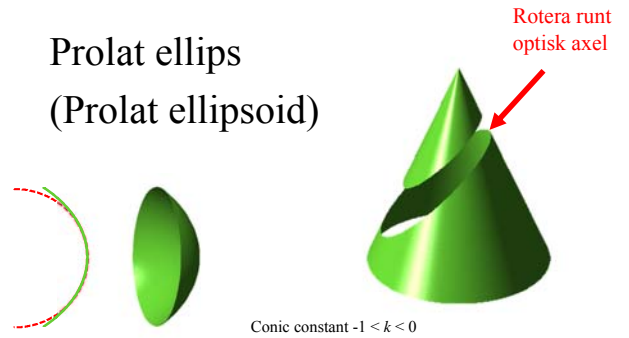
Kägelsnitt (koniska ytor)

Oblat ellips  
(Oblat ellipsoid)



Kägelsnitt (koniska ytor)

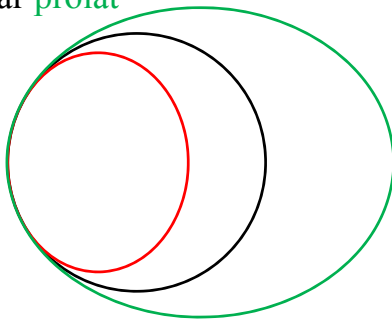
Prolat ellips  
(Prolat ellipsoid)



Kägelsnitt (koniska ytor)

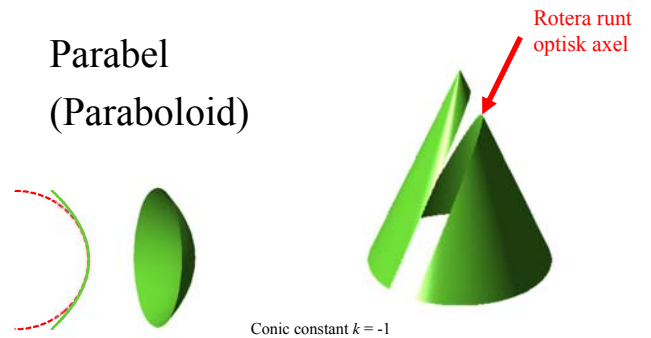
Hornhinnan är **prolat**

**Prolat**  
**Sfärisk**  
**Oblat**



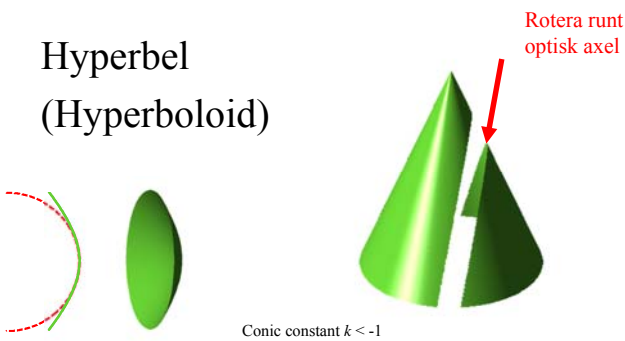
Kägelsnitt (koniska ytor)

Parabel  
(Paraboloid)



Kägelsnitt (koniska ytor)

Hyperbel  
(Hyperboloid)



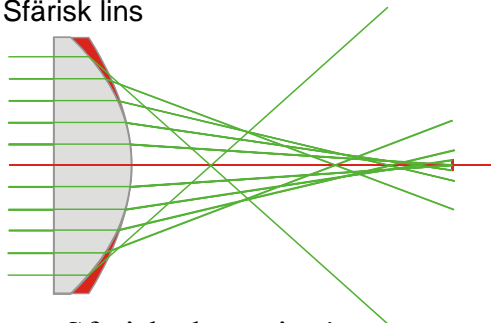
Allmänt asfäriska ytor

Godtycklig rotations-symmetrisk form



### Varför asfäriska ytor/linser?

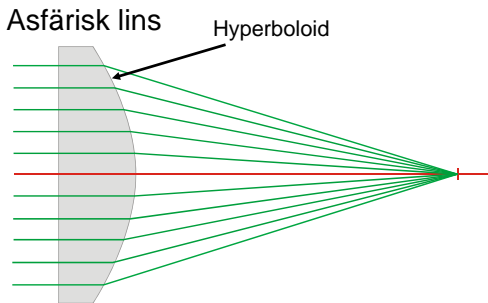
#### Sfärisk lins



Sfärisk aberration!

### Varför asfäriska ytor/linser?

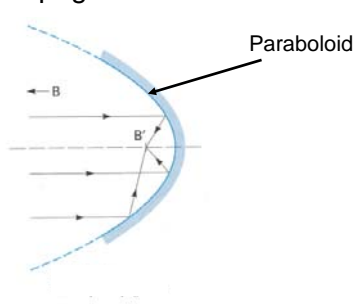
#### Asfärisk lins



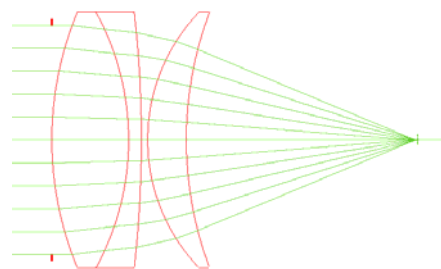
Aberrationsfri lins!

### Varför asfäriska ytor/linser?

#### Asfärisk spegel



### Alternativ till asfäriska ytor

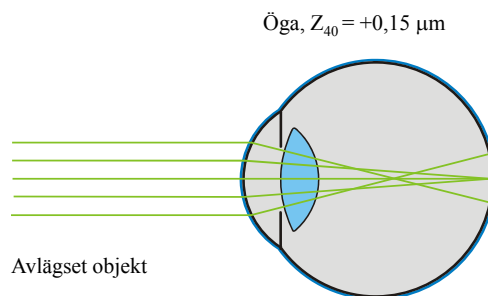


En asfärisk yta  $\Leftrightarrow$  flera sfäriska!

### För- och nackdelar med asfäriska ytor

- + Möjlighet att minska aberrationer
- + Enklare och mindre system
- + Behövs i extrema optiska system
- Svåra att tillverka
- Sämre bild för stora bildfält
- Dyra i små serier

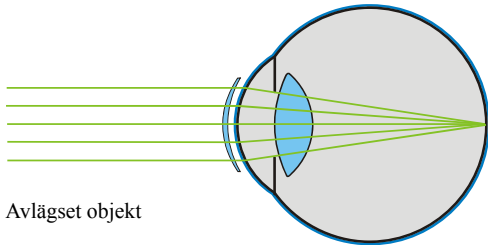
### Kontaktlinsdesign



## Kontaktlinsdesign

Kontaktlins  
 $Z_{40} = -0,15 \mu\text{m}$

Öga,  $Z_{40} = +0,15 \mu\text{m}$

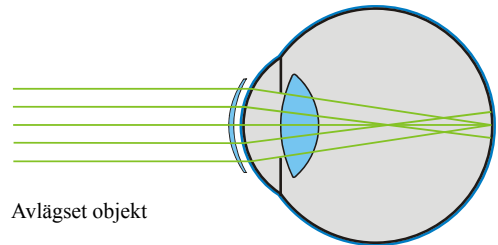


Avlägset objekt

## Alternativ kontaktlinsdesign

Kontaktlins  
 $Z_{40} = -0,30 \mu\text{m}$

Öga,  $Z_{40} = +0,15 \mu\text{m}$

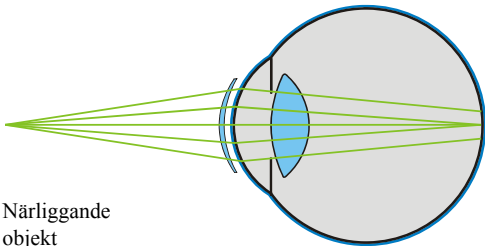


Avlägset objekt

## Multifokal kontaktlinsdesign

Kontaktlins  
 $Z_{40} = -0,30 \mu\text{m}$

Öga,  $Z_{40} = +0,15 \mu\text{m}$



Närliggande objekt

## Segmenterade ytor

- Progressiva linser
  - + Flera styrkor i samma lins
  - Övergångszoner



Figure 8.26 The progressive lens problem

## Segmenterade linser

- Fresnellinser
  - + Tunna, lätta, billiga
  - + Kan göras stora
  - Spridning

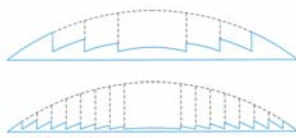


Figure 8.29 Fresnel lens concept

Användning: Belysningsystem (Fyror, strålkastare, OH-apparater), Självhäftande linser (Bakrutan på bilar, glasögon för barn)

## Segmenterade linser

### Fresnellins för fyr

Foto av Frank Schulenburg - Own work, CC BY-SA 3.0, <https://commons.wikimedia.org/w/index.php?curid=18843700>

