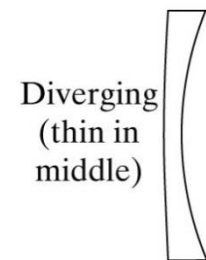
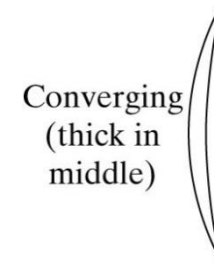
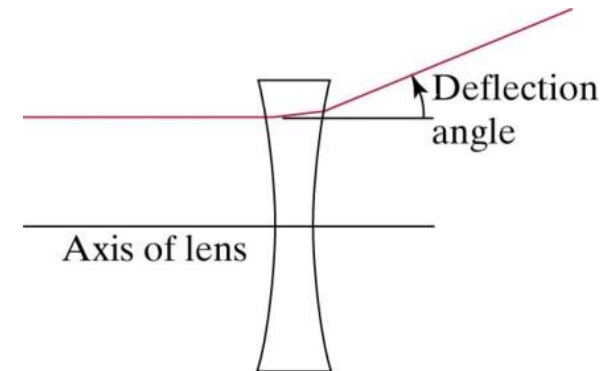
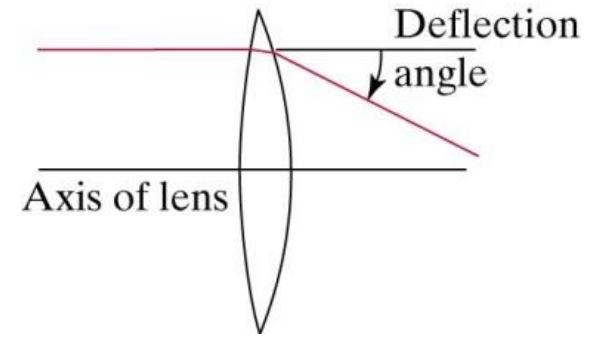


# 23. Geometrisk optik

# Linser

- ▶ En *konvex* lins, eller *samlingslins*, *konvergerande* lins, bryter parallellt ljus innåt så att det samlas i *fokus*. Linsen är tjockast i mitten och smalnar utåt.
  - ▶ Förstoringsglas använder sej av konvexa linser.
- ▶ En *konkav* lins, eller *divergerande* lins, är smalast i mitten, och kallas också negativ lins eller *spridningslins*. Den sprider ut parallellt ljus.
- ▶ Linjen genom mitten av linsen, vinkelrätt mot linsen, kallas *axel*.
- ▶ Linser kan också ha ytor som är böjda åt samma håll, antingen divergerande eller konvergerande.

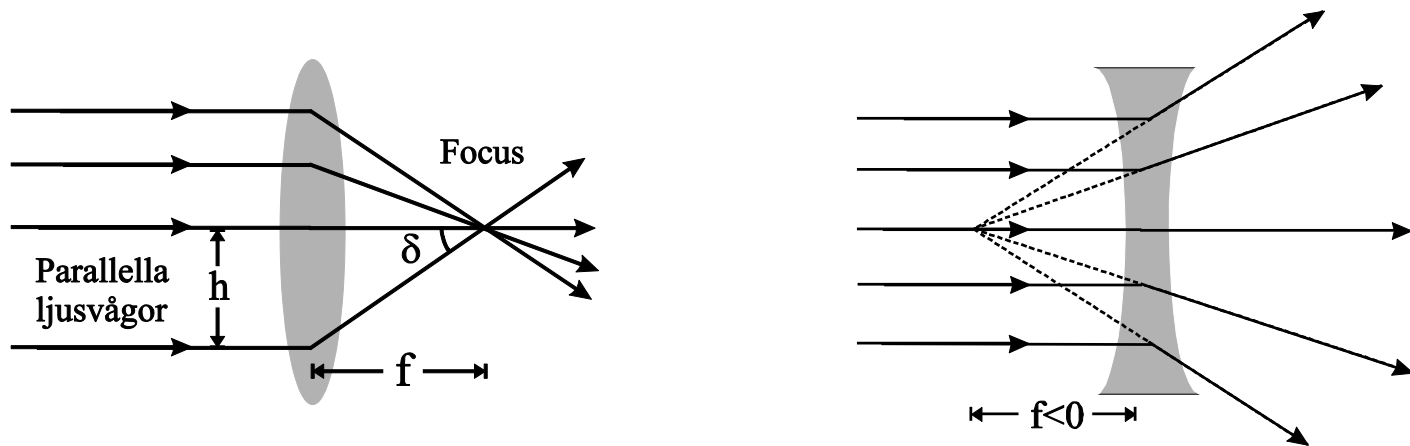


**objekt O** Föremålet varifrån ljustrålen kommer

**reell bild I** Ljuset från objektet konvergerar i en punkt, där man kan se en reell bild av objektet. Ljusenergin passerar denna punkt

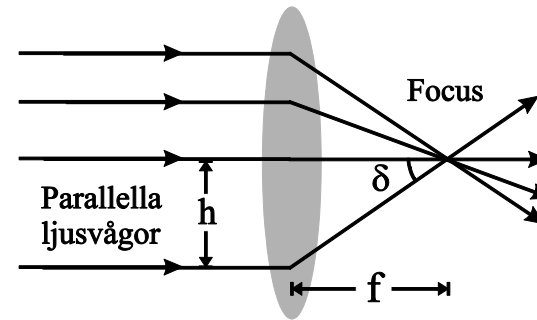
**virtuell bild I'** Ljuset verkar komma från en imaginär punkt. Ljusenergin passerar inte denna punkt

**focus F** Punkten där parallellt ljus fallande på en lins konvergerar.  $f$  är avståndet från linsen till focus.  $f$  positiv för konvex lins och negativ för konkav lins



## Geometrisk optik

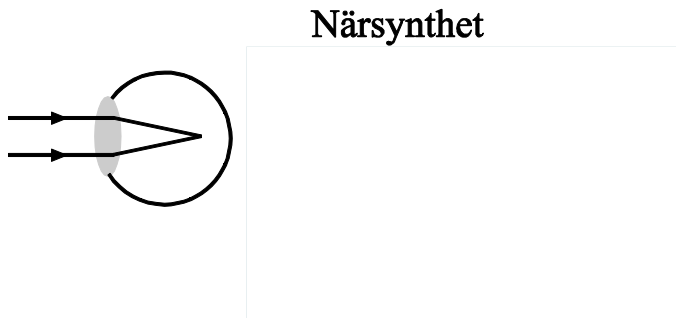
Parallella ljusstrålar som träffar en lins konvergerar i focus



$$\tan(\delta) = \frac{h}{f} \quad \Rightarrow \quad \boxed{\delta = \frac{h}{f}}$$

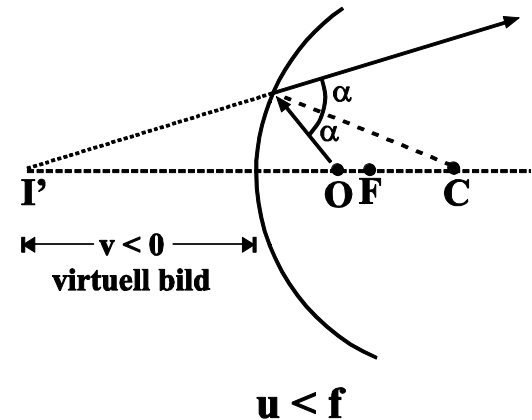
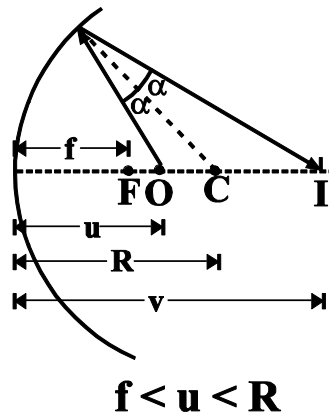
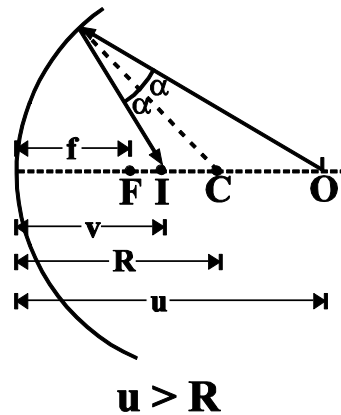
En lins styrka bestäms av hur mycket den bryter inkommande ljusstrålar, och definieras som inversa värdet av **f** och mäts i diopter:  $[P] = \text{m}^{-1}$

$$\boxed{P = \frac{1}{f} = \frac{\delta}{h}}$$



## Geometrisk optik

- u** avståndet till objektet (O), u positiv ifall objektet finns på samma sida varifrån ljuset kommer
- v** avståndet till bilden (I), ifall  $v < 0$ , är bilden virtuell
- R** radien för linsen. C är linsens centrum

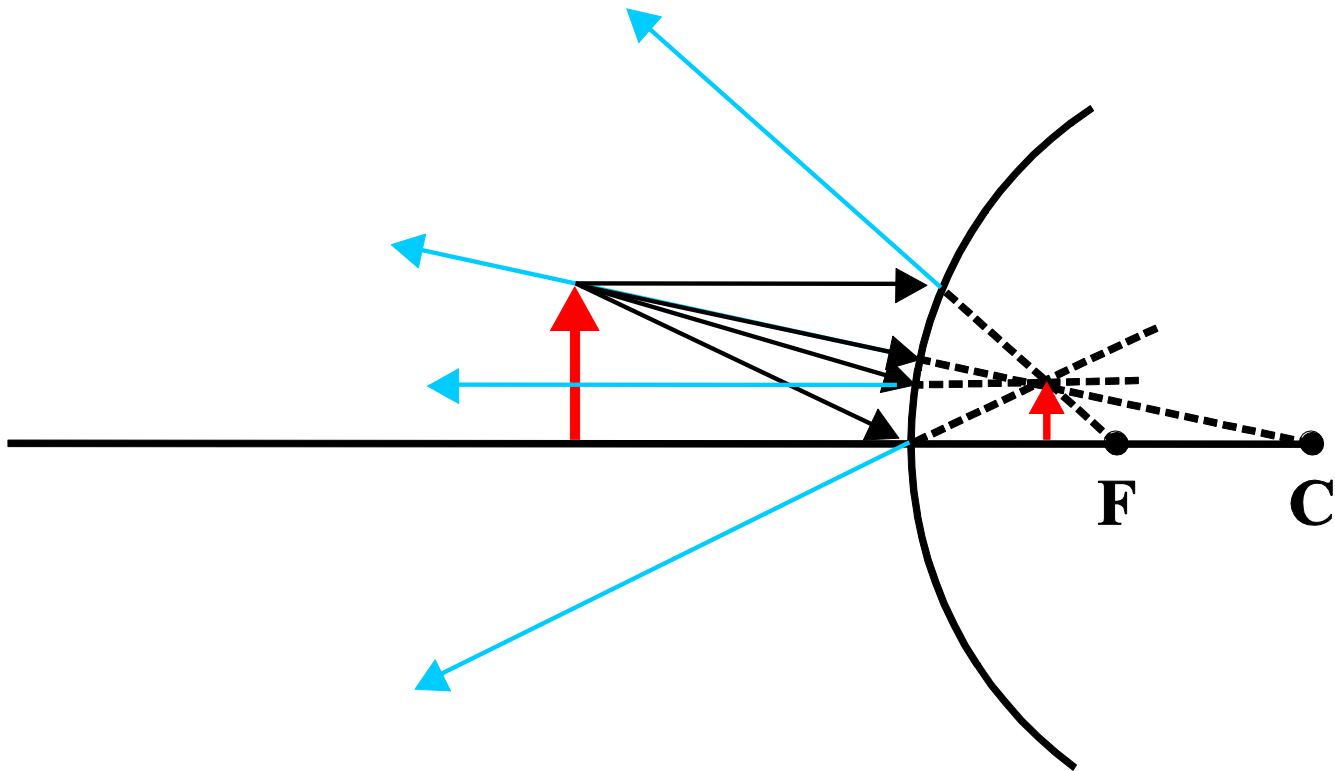


Sfäriska linser och speglar:

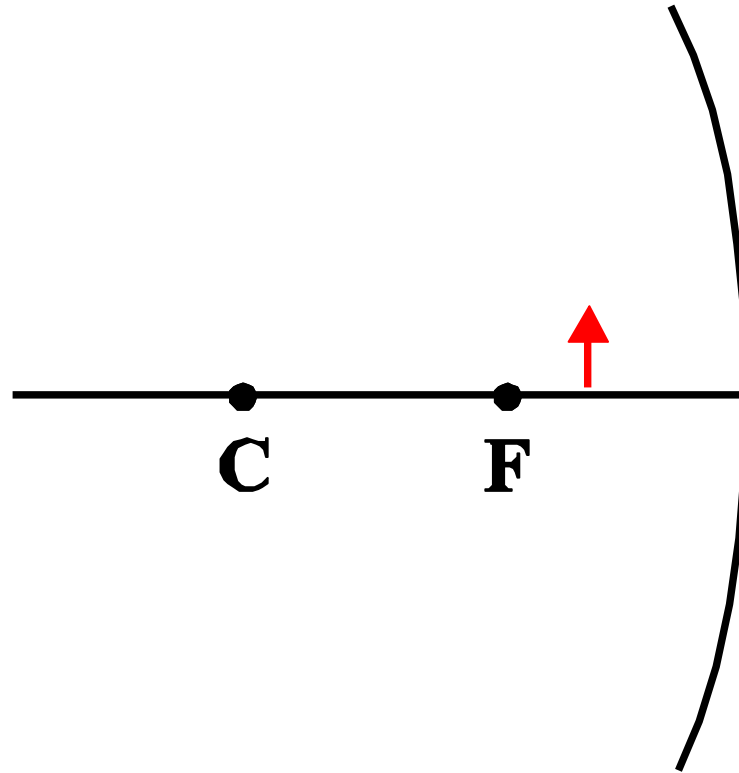
$$\frac{1}{u} + \frac{1}{v} = \frac{1}{f}$$



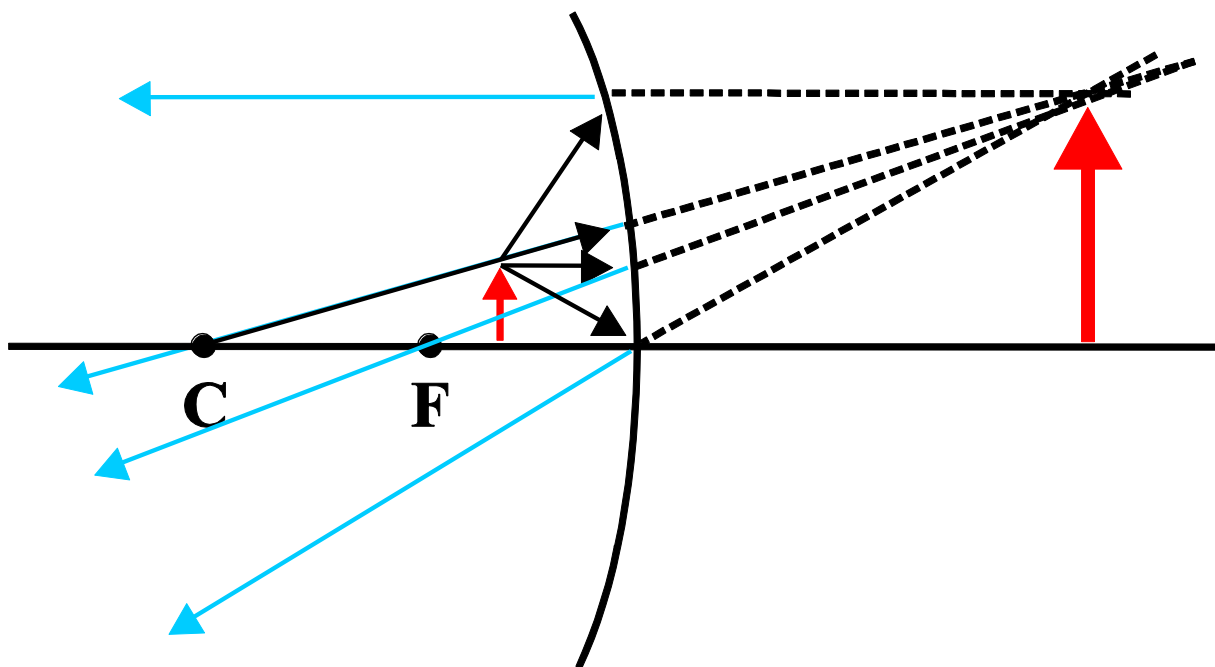
# Exempel: konvex spegel



Rita hur den reflekterade bilden från objektet kommer att se ut i den konkava spegeln.  
Är bilden reell eller virtuell?

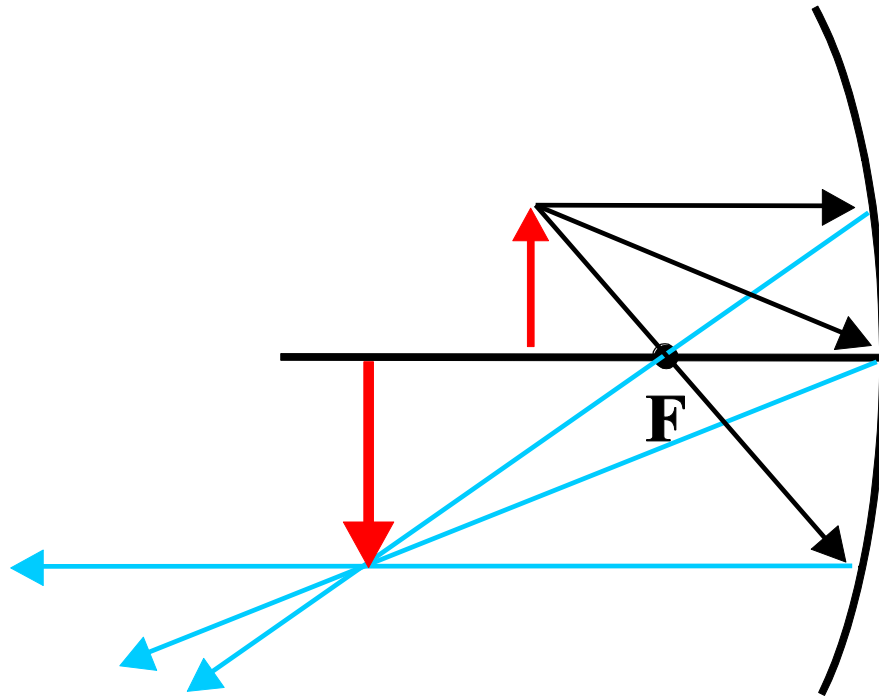


# Konkav spegel





# Konkav spegel

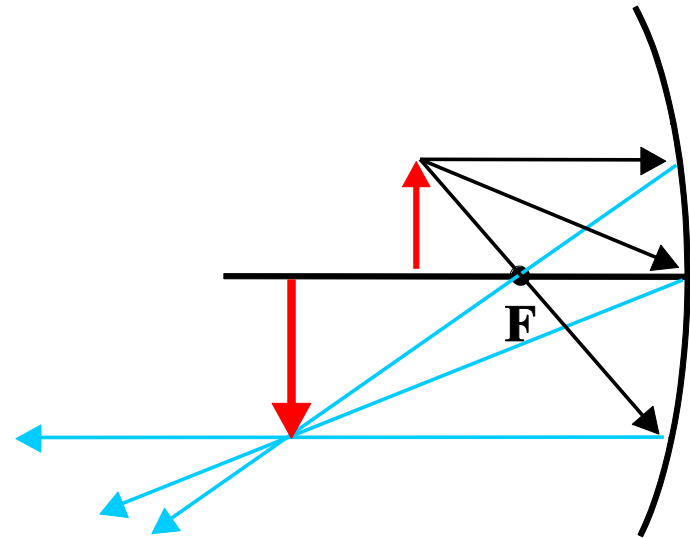
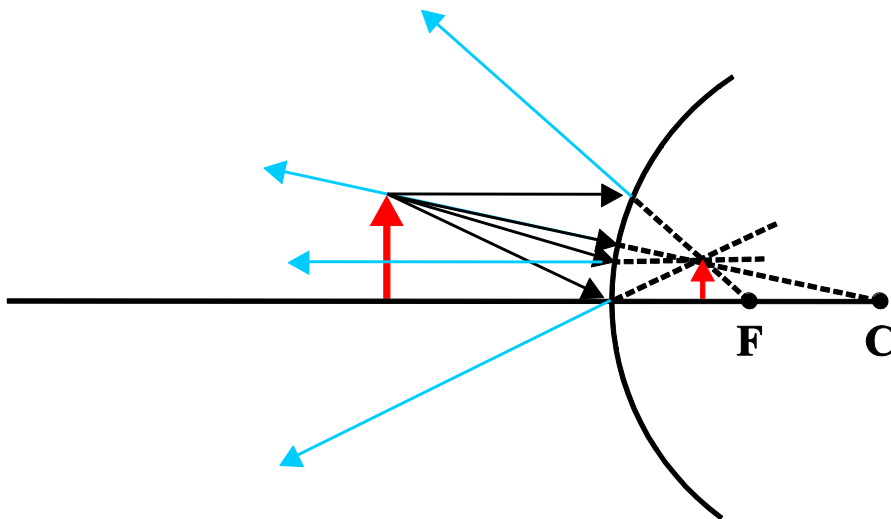


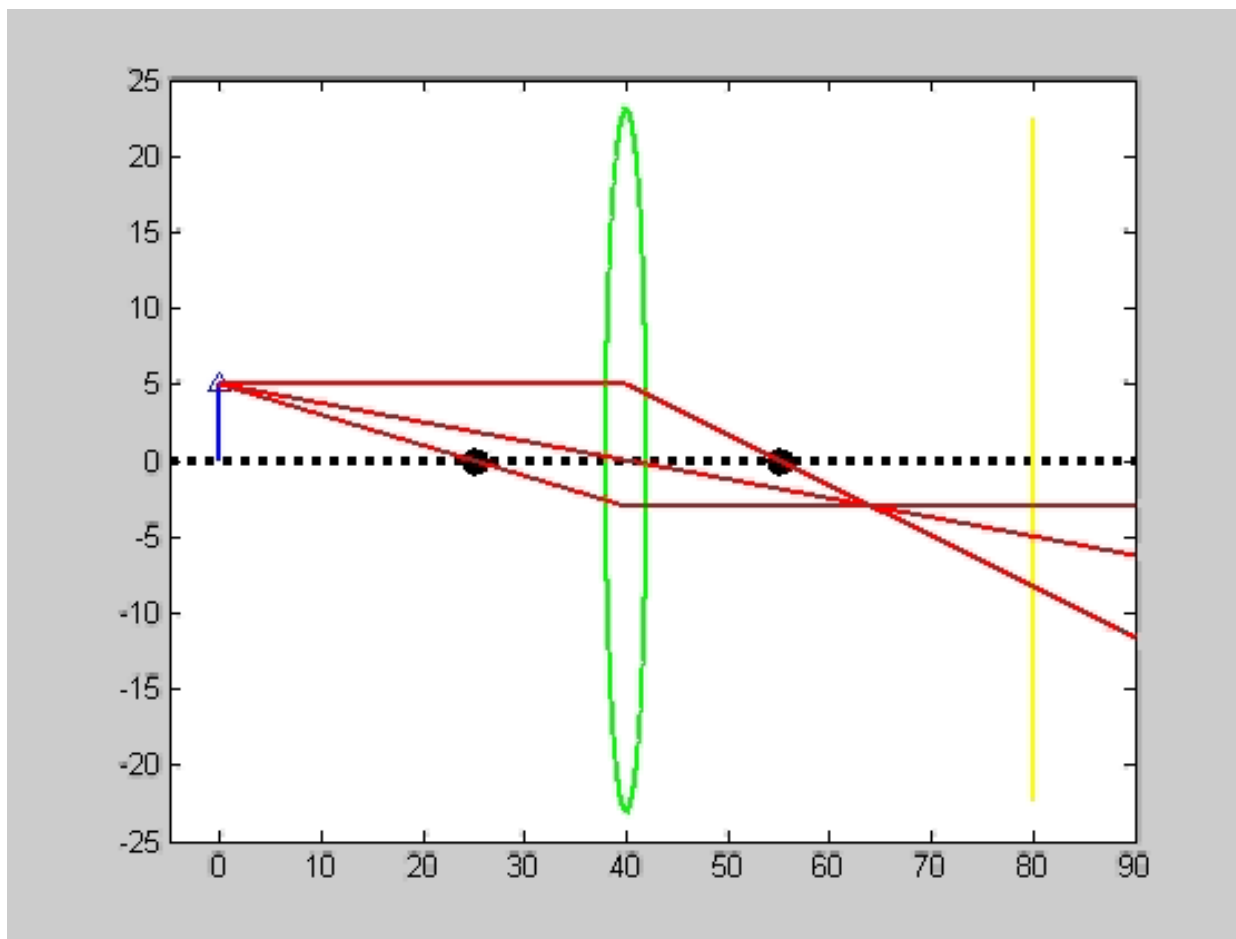
Ifall objektet är större än ett punktojekt, är bildens storlek vanligtvis olika än objektets

Förstoringen  $m$  ges av förhållandet mellan  $u$  avståndet till objektet och  $v$  avståndet till bilden (ifall  $v < 0$ , är bilden virtuell)

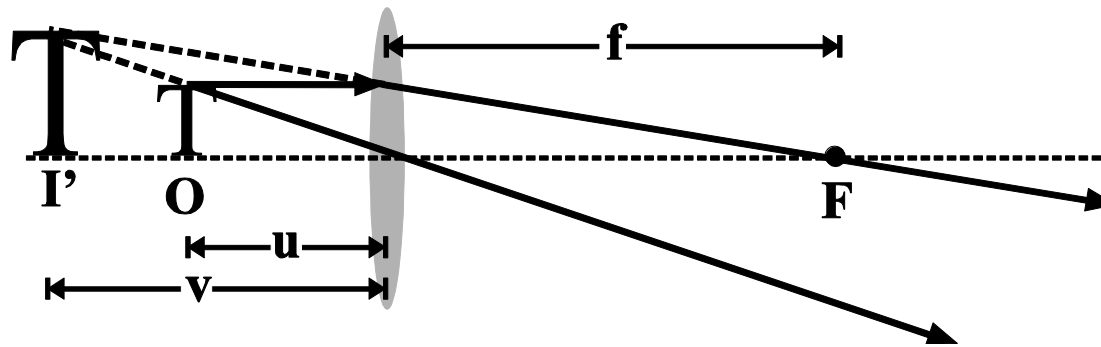
$$m = -\frac{v}{u}$$

Ifall  $m > 0$  är bilden **rättvänd**, annars **felvänd** eller **inverterad**





En konvex lins med brännpunkten 25.0 cm placeras 10 cm över en sida med text. Vad är distansen mellan bilden (förstoringen av texten) och linsen? Vad är förstoringen av texten?



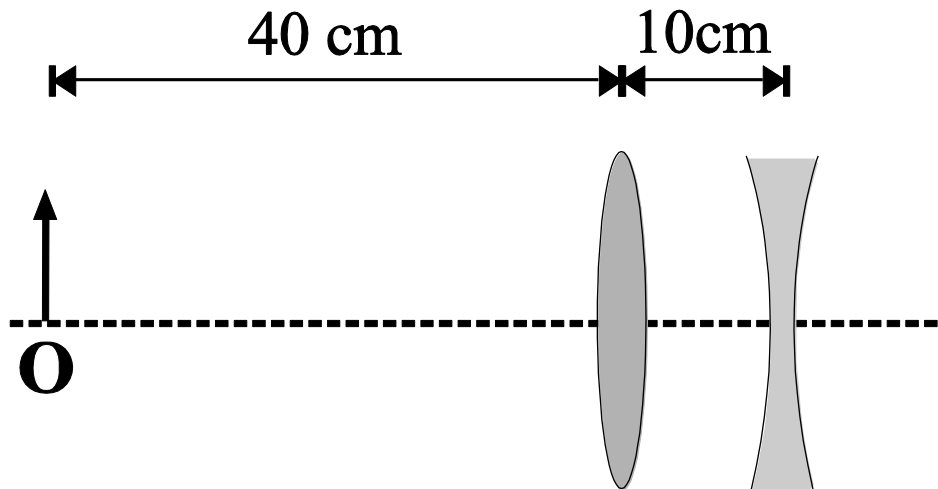
$$\frac{1}{u} + \frac{1}{v} = \frac{1}{f} \Rightarrow \frac{1}{v} = \frac{1}{f} - \frac{1}{u} \Rightarrow v = \frac{1}{\frac{1}{f} - \frac{1}{u}} \approx \underline{\underline{-16.7 \text{ cm}}}$$

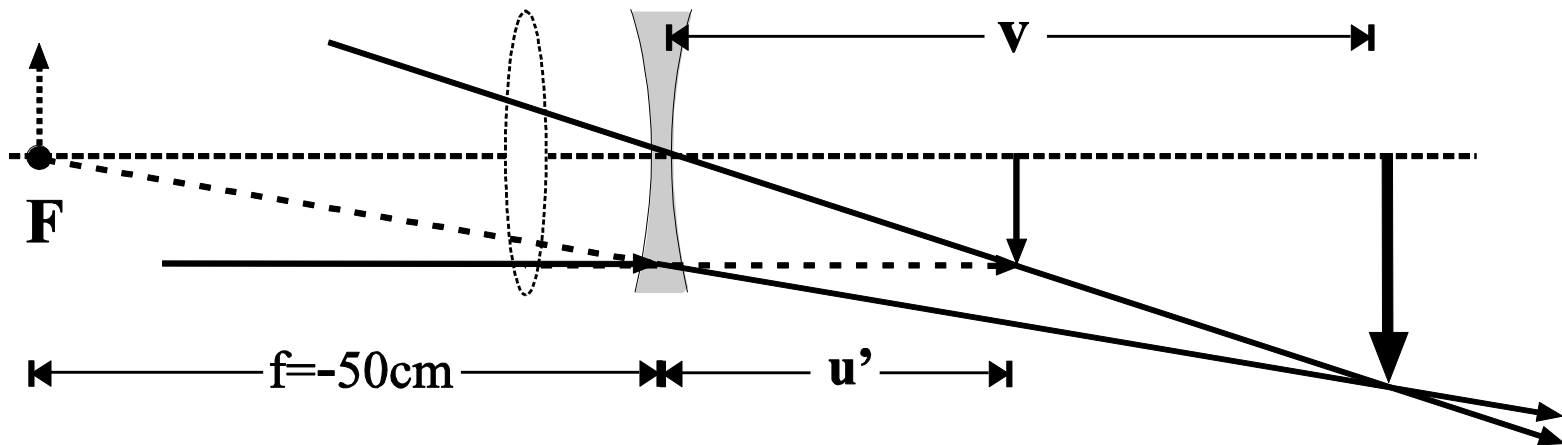
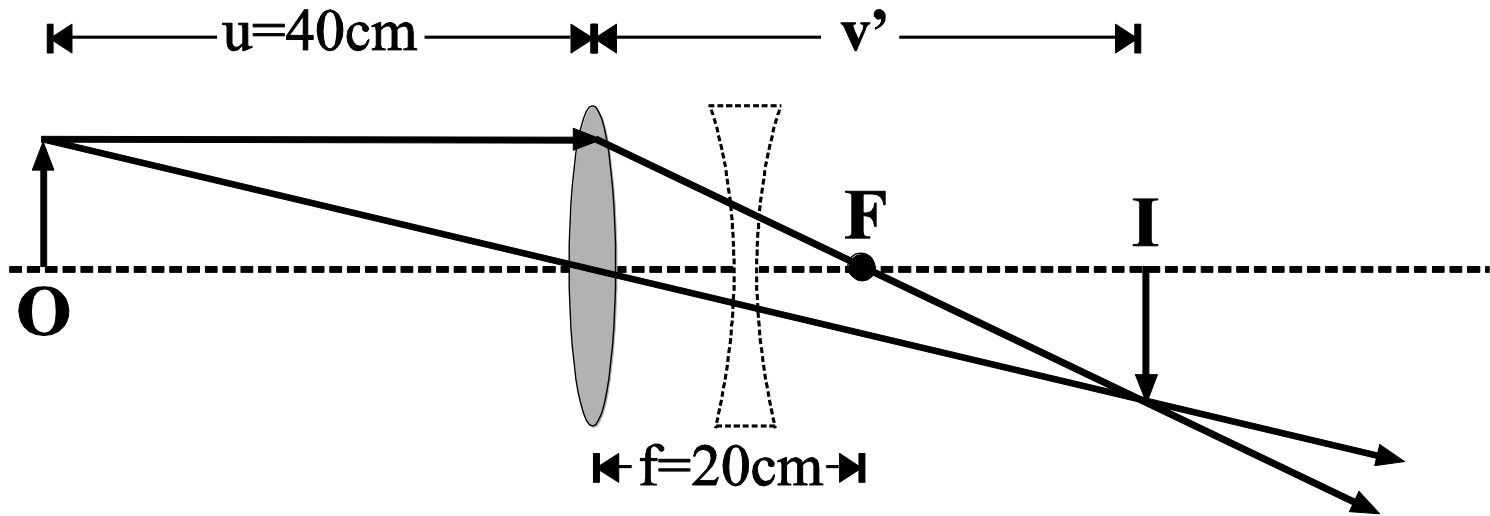
Bildens avstånd  $v$  från linsen är negativ  $\Rightarrow$  bilden är virtuell

$$m = -\frac{v}{u} \Rightarrow m \approx -\frac{-16.6667 \text{ cm}}{10 \text{ cm}} \approx \underline{\underline{1.7}} \quad \text{Förstoringen är positiv, bilden rättvänd}$$



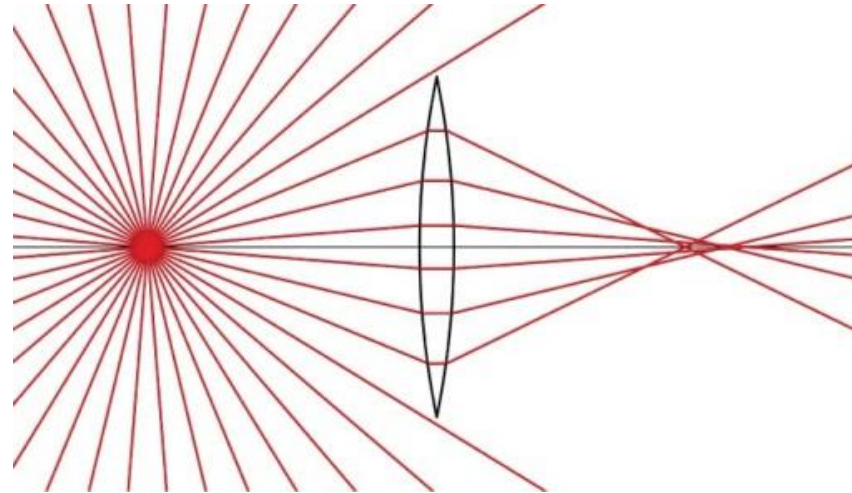
En konkav lins ( $f = -50.0$  cm) placeras 10.0 cm till höger från en konvex lins ( $f = 20.0$  cm). En pil placeras 40.0 cm till vänster om den konvexa linsen. Var är bilden av pilobjektet och är bilden rätt- eller felvänd, och vad är dess förstoring?





# Aberration

- ▶ Om brytningsvinklarna är stora gäller inte approximationen vi använde tidigare, strålarna bryts inte till samma punkt och det uppstår *sfärisk aberration*.



- ▶ *Kromatisk aberration* innebär att ljus av olika våglängder bryts olika mycket

