

Geometrisk optik

Övningshäfte

En avbildning

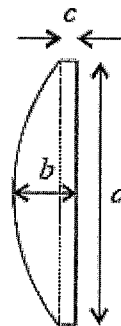
Sfärisk gränsyta

- 1) När man tittar genom en liten vattendroppe som ligger på huden ser man en förstörd bild av huden. Antag att droppens tjocklek är 2,0 mm och att laterala förstoringen blir 1,25 ggr. Vilken krökningsradie har droppens yta? (Figuren intill är inte skalenlig)



- 2) Absoluta gränsen för vad ögat kan särskilja motsvarar ca 4 μm på näthinnan (två tappavstånd). Använd den reducerade ögonmodellen (längd 22,22 mm, $n'=4/3$) för att beräkna vilken sträcka detta motsvarar på en syntavla på 6 m avstånd

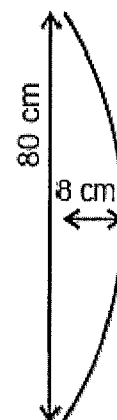
- 3) I en låda hittar du en okänd lins ($n=1,5$) som ser ut som i figuren intill. Du mäter upp följande mått (med ett skjutmått): $a=30,0$ mm, $b=6,5$ mm och $c=2,0$ mm. Bestäm styrkan på linsens första yta (den andra ytan är plan och saknar styrka).



- 4) Vid Laserkirurgi korrigerar man närsynthet genom att med en UV-laser ta bort vävnad från hornhinnan och på så sätt ändra dess krökningsradie och brytkraft. Hur mycket tunnare blir hornhinnan på mitten om man minskar hornhinnans styrka med 5 D inom en central zon på 6 mm i diameter? Både före och efter operationen kan hornhinnan betraktas som en sfärisk yta med brytningsindex 1,336. Du kan anta att krökningsradien är 7,8 mm före operationen.
- 5) Ett 1 cm stort objekt ligger i luft 15 cm framför en konvex sfärisk yta med krökningsradien 20 cm. Innanför ytan finns glas med brytningsindex 1,52. Hitta läge och storlek för bilden.

Speglar

- 6) En konkav, sfärisk spegel med mått enligt figuren intill (ej skalenlig) används vid en demonstration på en föreläsning. Bestäm spegelns krökningsradie. Vilken lateral förstoring får man av ett brinnande ljus som placeras 60 cm från spegeln och var hamnar bilden?



- 7) När man betraktar en julgranskula (av en gammeldags blank typ) ser man att den fungerar som en spegel, med förminskande egenskaper. Antag att du betraktar dig själv (68 mm avstånd mellan pupillerna) i en kula på avståndet 300 mm med diameter 80 mm. Hur stort (i mm) blir pupillavståndet i bilden och var ligger bilden?
- 8) Ett 3 cm stort objekt ligger 10 cm före en konvex spegel med 10 cm krökningsradie. Hitta läge och storlek för bilden.
- 9) Ett 3 cm stort objekt ligger 5 cm före en konkav spegel med -15 cm krökningsradie. Hitta läge och storlek för bilden.
- 10) Hornhinnan har en krökningsradie på 8 mm. Ett 60 mm stort objekt som ligger 200 mm framför hornhinnan speglas. Var hamnar bilden, och hur stor blir den?

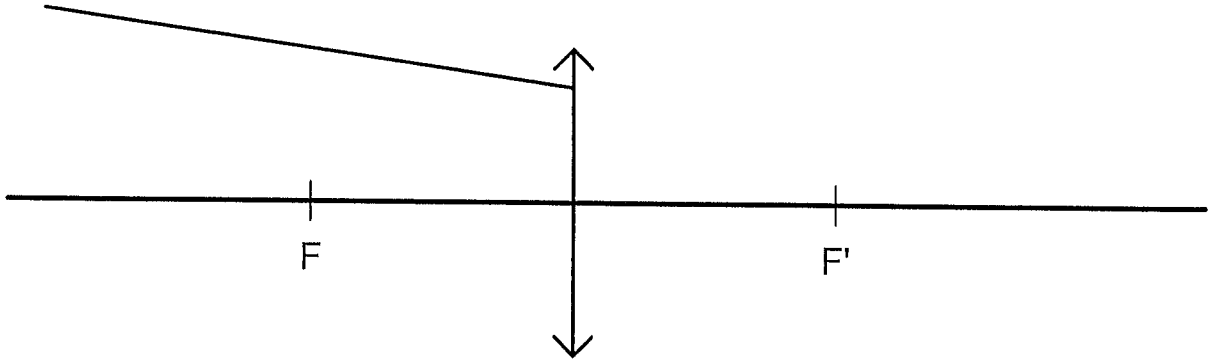
Strålkonstruktion

I uppgift 11 skall den fortsatta strålgången ritas med hjälpstråle. I uppgift 12-16 skall bildens läge och storlek hittas. Bekräfta med beräkningar. I uppgift 17 skall du rita ut hur strålen gick innan den träffade linsen med hjälp av hjälpstråle. Den här delen av kursen är central och du bör se till att du ordentligt förstår både beräkningar och strålkonstruktion.

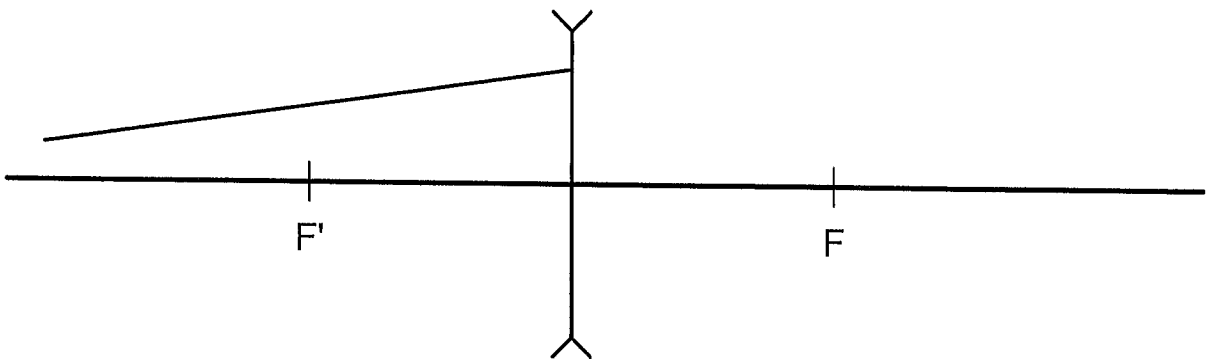
11

Rita in fortsatt strålgång. Använd hjälpstråle.

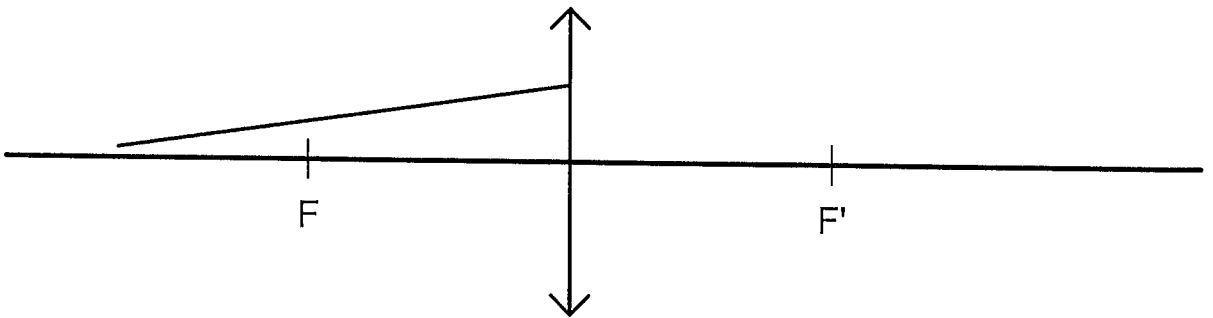
a)



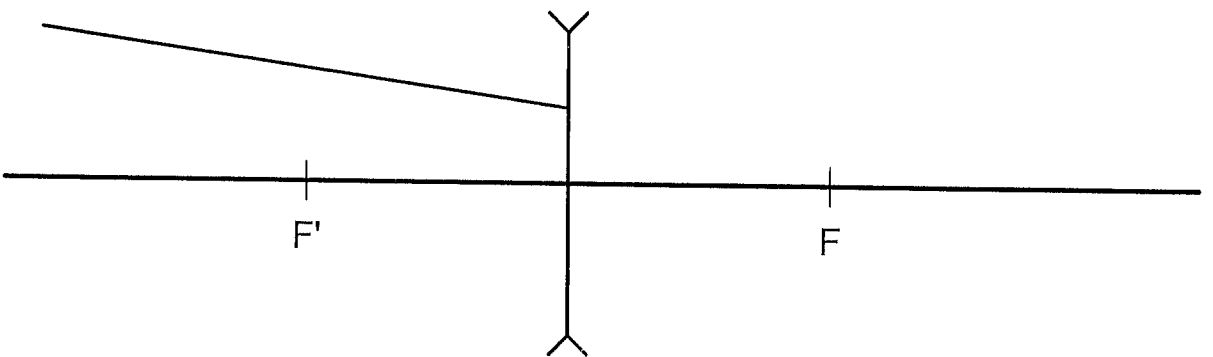
b)



c)



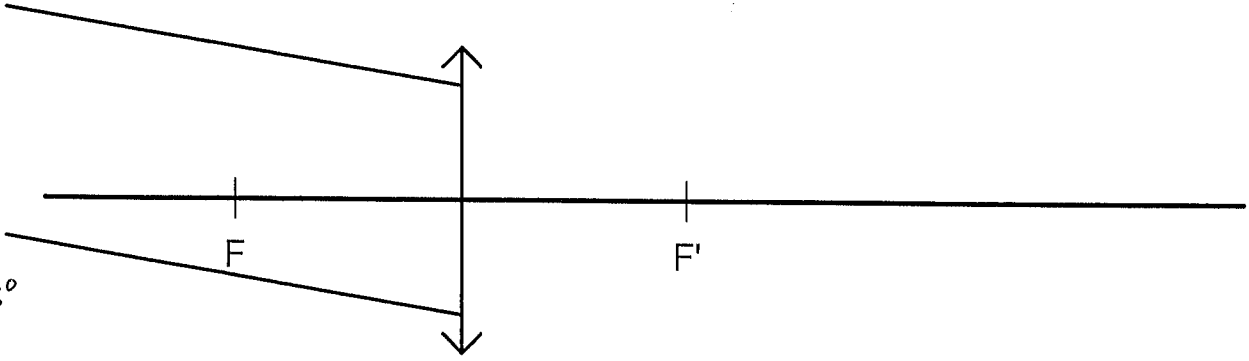
d)



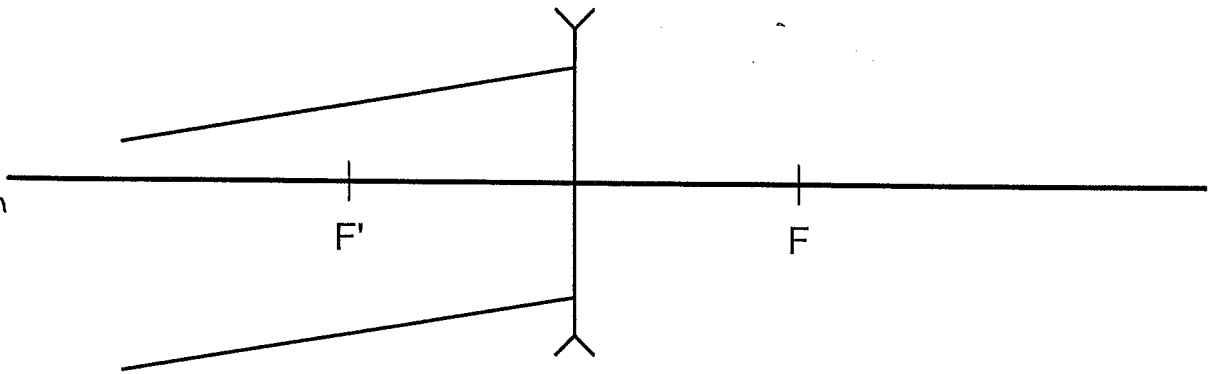
12

Avbilda de avlägsna objekten.

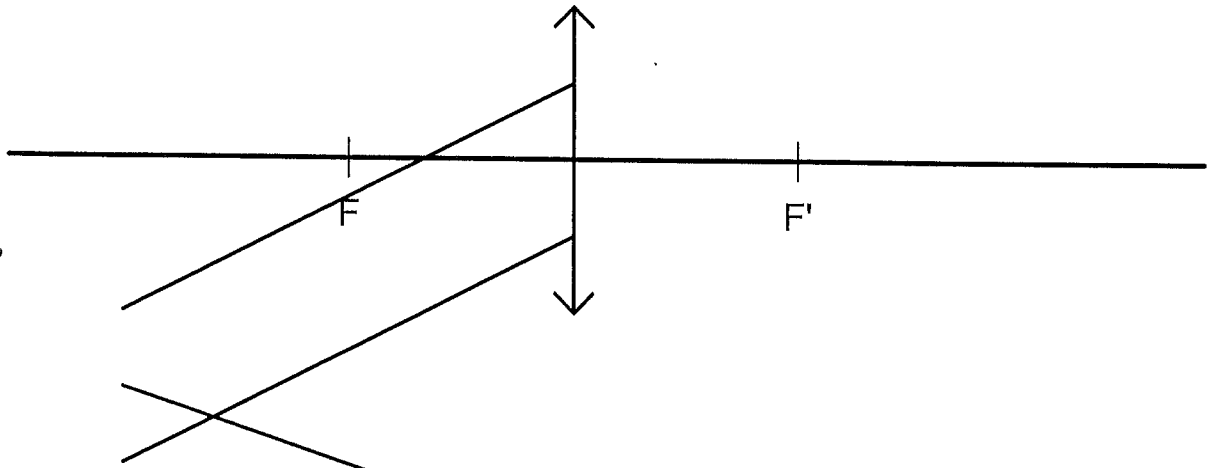
a)
 $f' = 30 \text{ mm}$
 $w = +9.46^\circ$



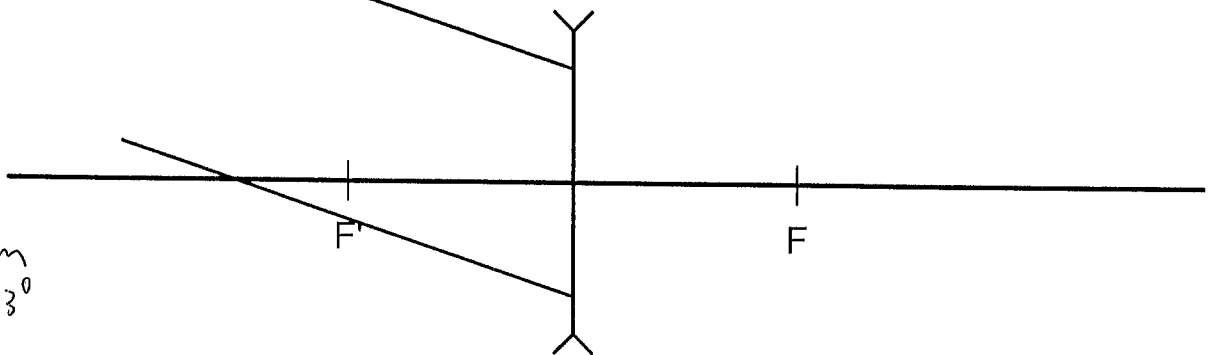
b)
 $f' = -30 \text{ mm}$
 $w = -9.46^\circ$



c)
 $f' = 30 \text{ mm}$
 $w = +26.57^\circ$



d)
 $f' = -30 \text{ mm}$
 $w = +18.43^\circ$

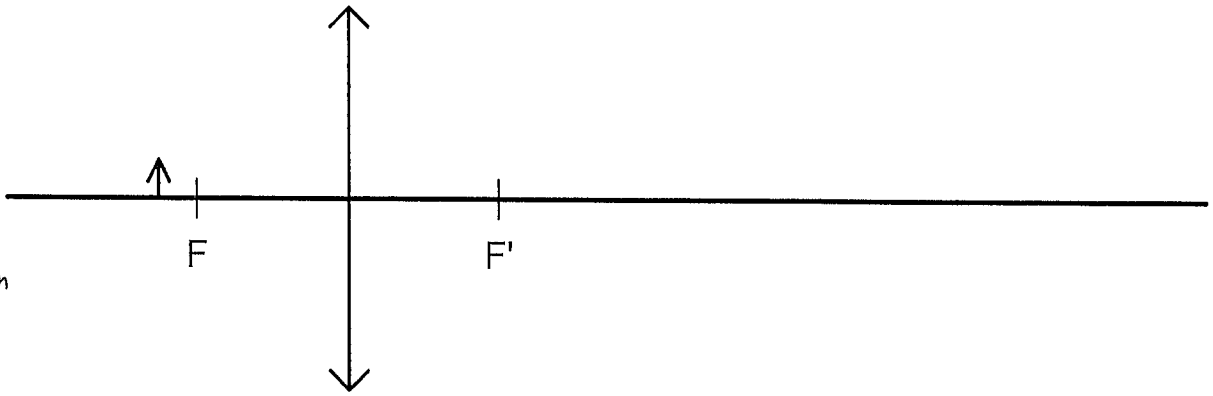


a)

$$f' = 20 \text{ mm}$$

$$l = -25 \text{ mm}$$

$$h = 5 \text{ mm}$$

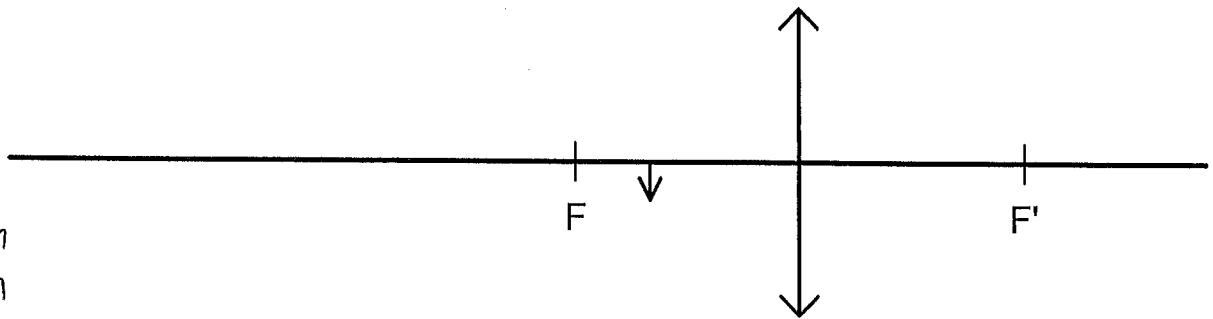


b)

$$f' = 30 \text{ mm}$$

$$l = -20 \text{ mm}$$

$$h = -5 \text{ mm}$$

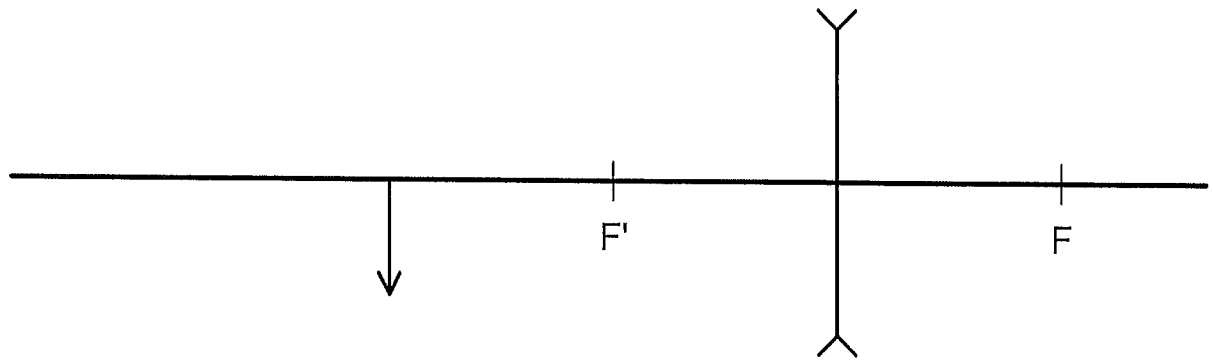


c)

$$f' = -30 \text{ mm}$$

$$l = -60 \text{ mm}$$

$$h = -15 \text{ mm}$$

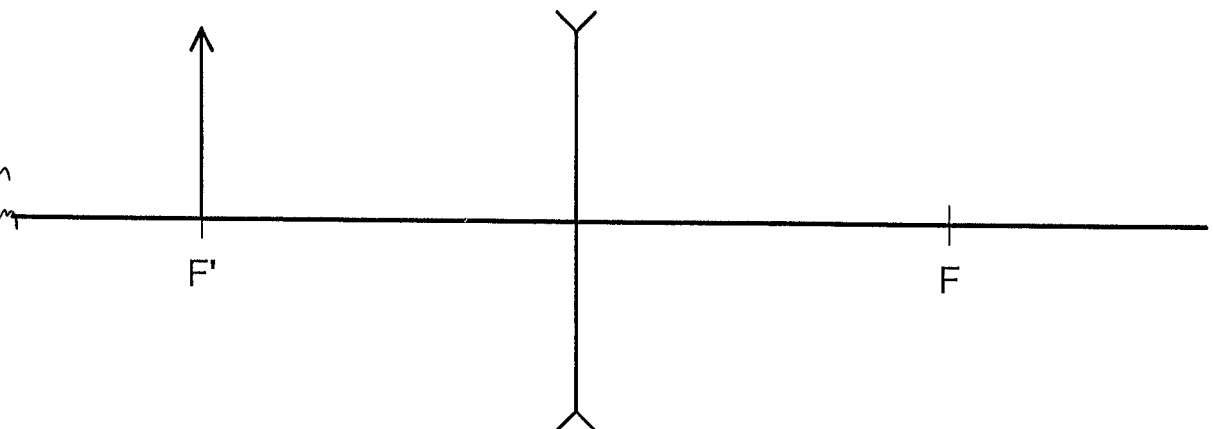


d)

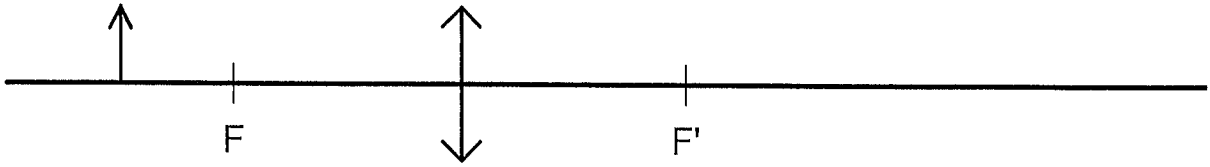
$$f' = -50 \text{ mm}$$

$$l = -50 \text{ mm}$$

$$h = 25 \text{ mm}$$



a)

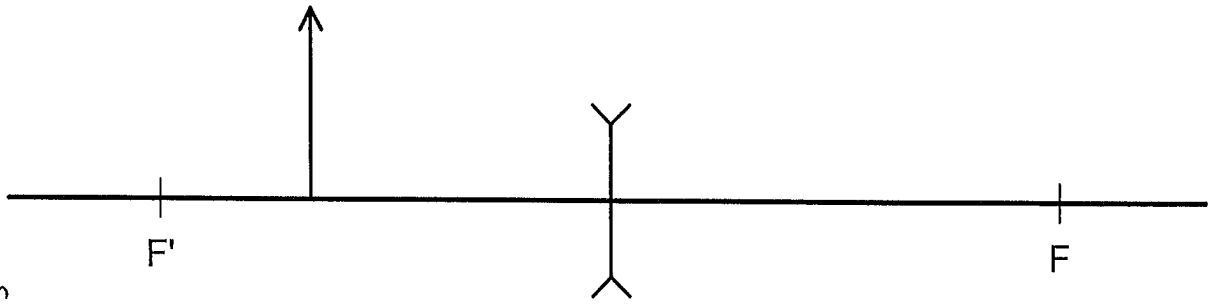


$$f' = 30 \text{ mm}$$

$$l = -45 \text{ mm}$$

$$h = 10 \text{ mm}$$

b)

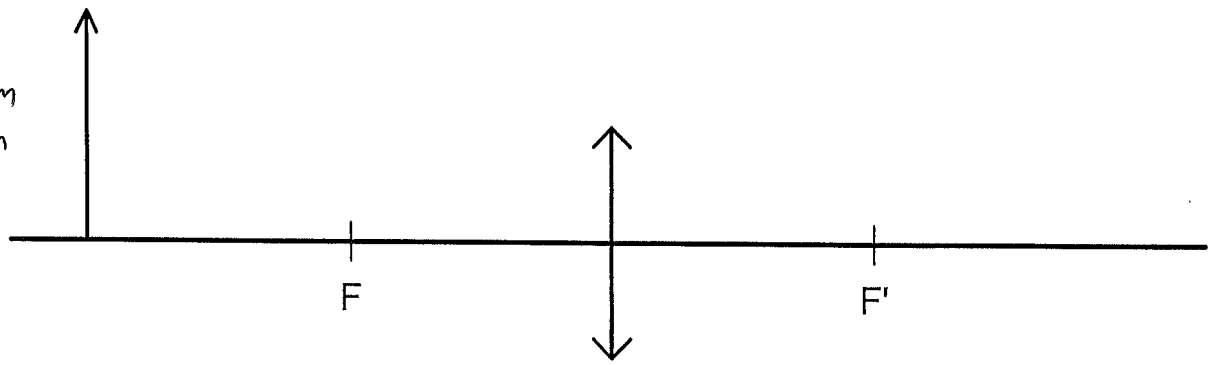


$$f' = -60 \text{ mm}$$

$$l = -40 \text{ mm}$$

$$h = 25 \text{ mm}$$

c)

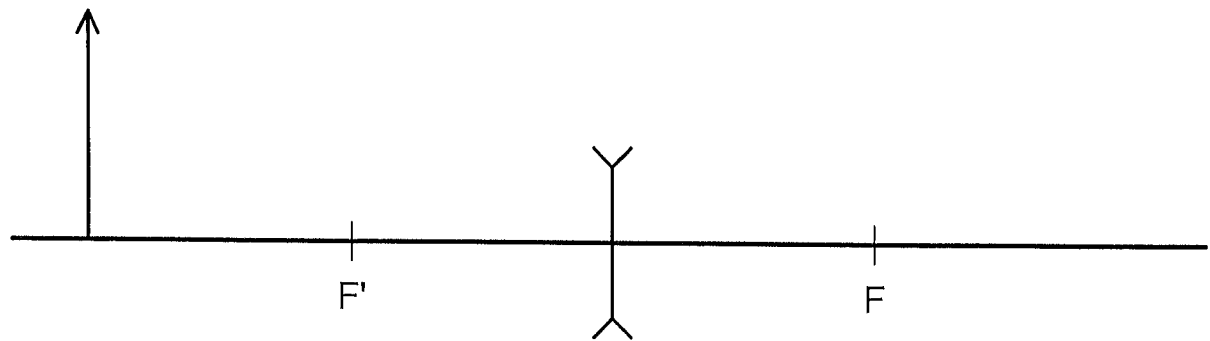


$$f' = 35 \text{ mm}$$

$$l = -70 \text{ mm}$$

$$h = 30 \text{ mm}$$

d)



$$f' = -35 \text{ mm}$$

$$l = -70 \text{ mm}$$

$$h = 30 \text{ mm}$$

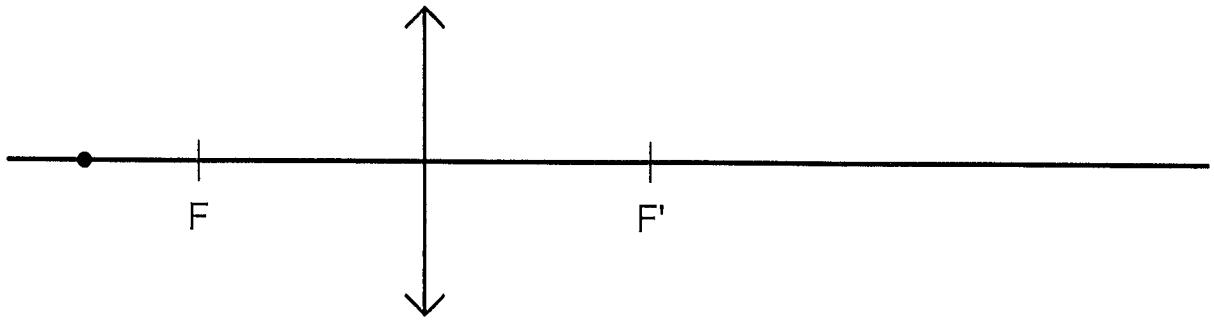
Avbilda punktojektet.

a)

$$f' = 30 \text{ mm}$$

$$l = -75 \text{ mm}$$

$$h = 0 \text{ mm}$$

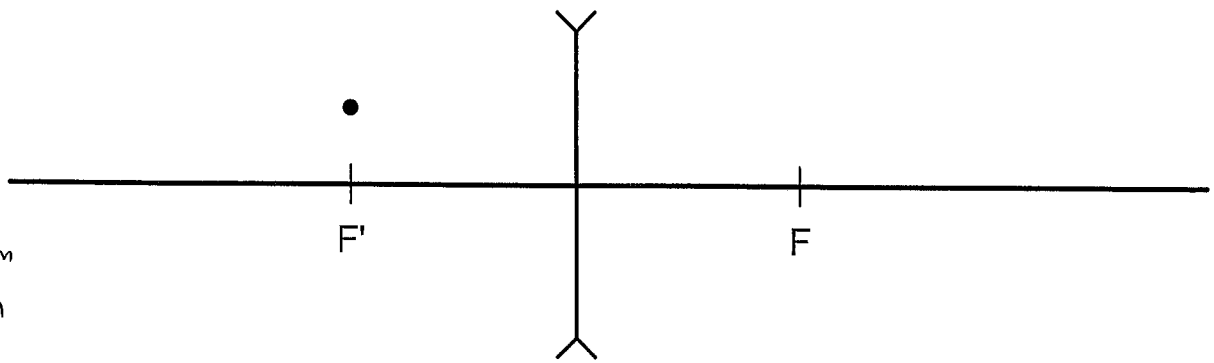


b)

$$f' = -30 \text{ mm}$$

$$l = -30 \text{ mm}$$

$$h = 10 \text{ mm}$$

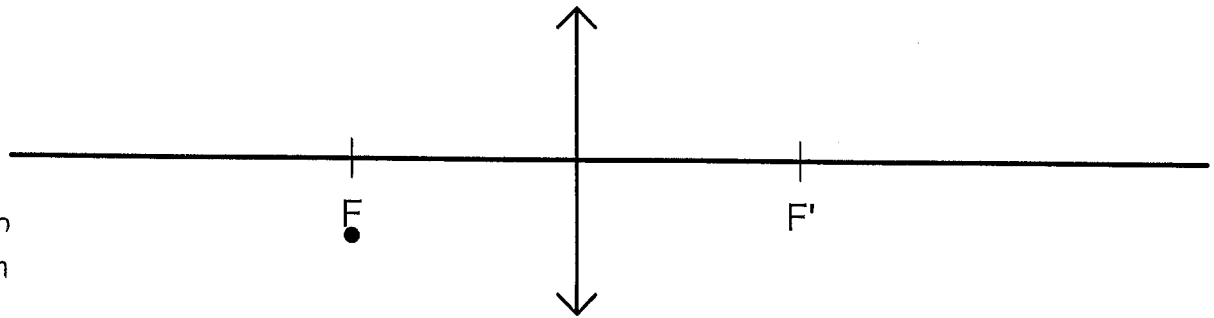


c)

$$f' = 30 \text{ mm}$$

$$l = -30 \text{ mm}$$

$$h = 10 \text{ mm}$$

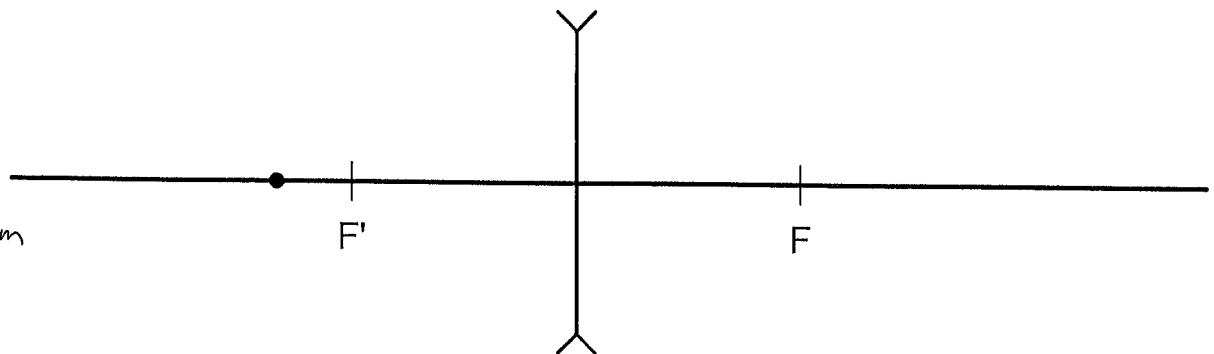


d)

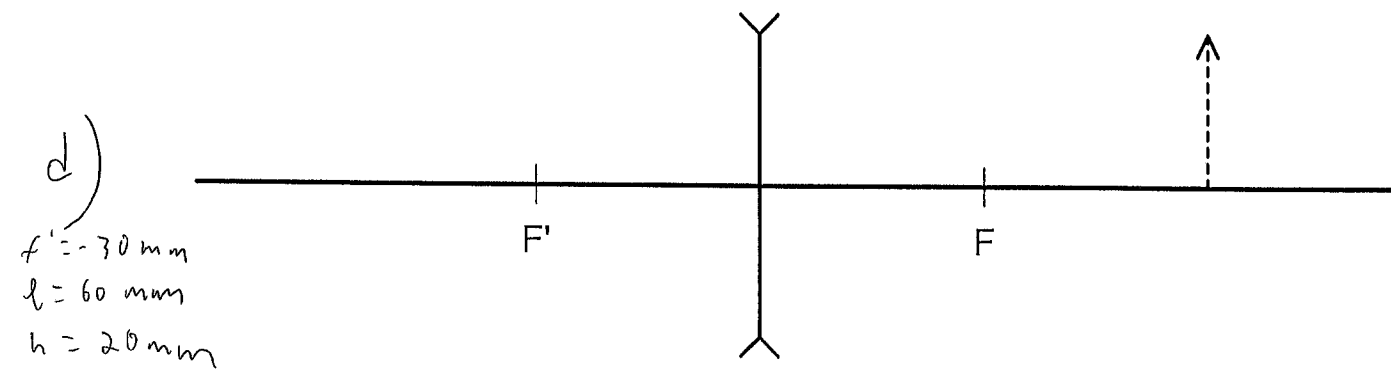
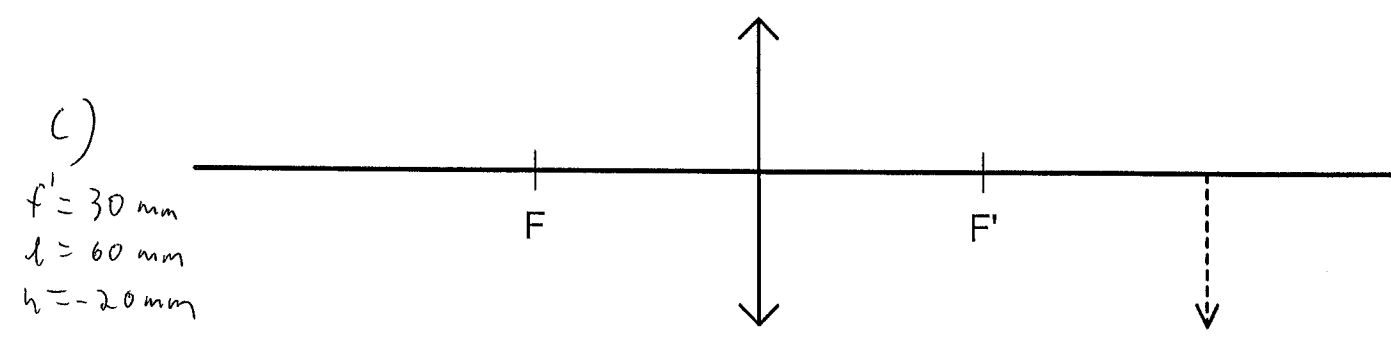
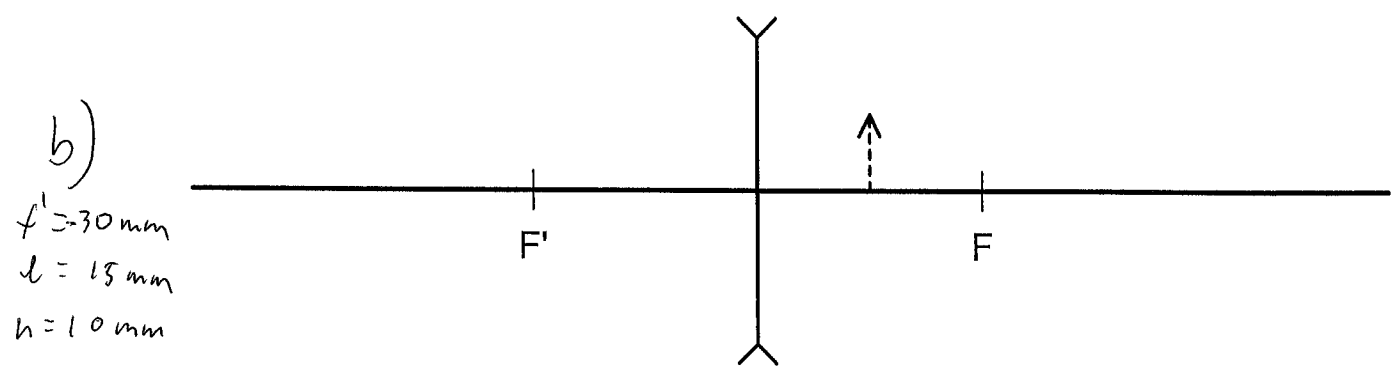
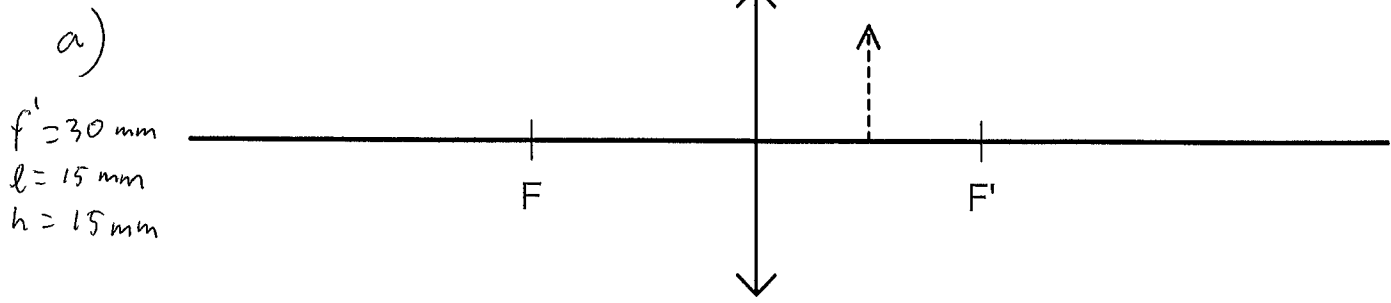
$$f' = -30 \text{ mm}$$

$$l = -40 \text{ mm}$$

$$h = 0 \text{ mm}$$

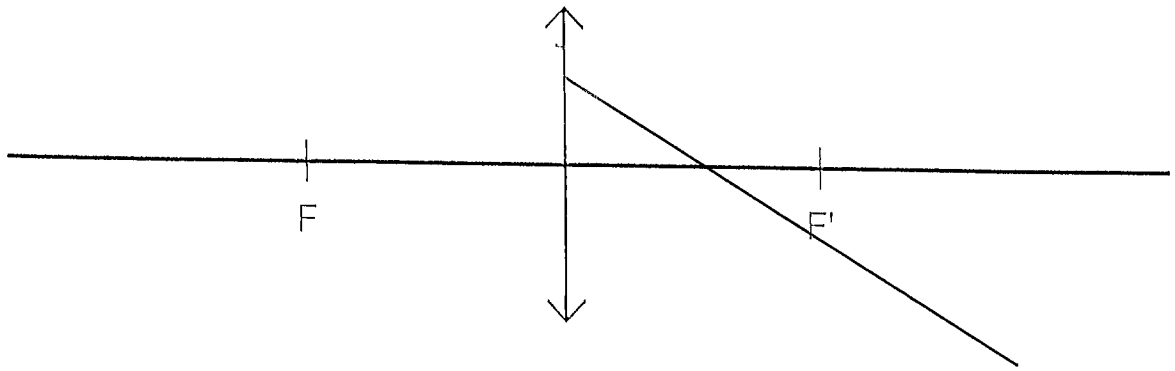


1 b Avbilda (de virtuella) objekten.

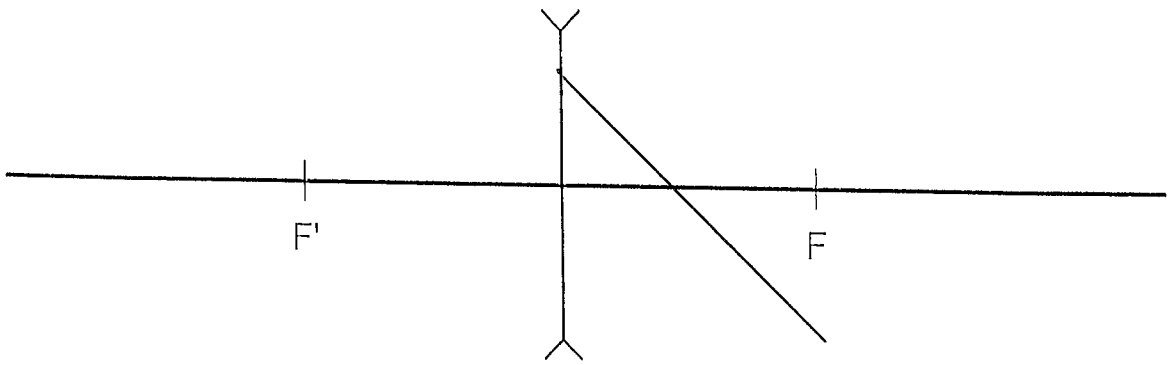


17 Rita in strålarnas gång innan de kom till linsen.
Använd hjälpstråle

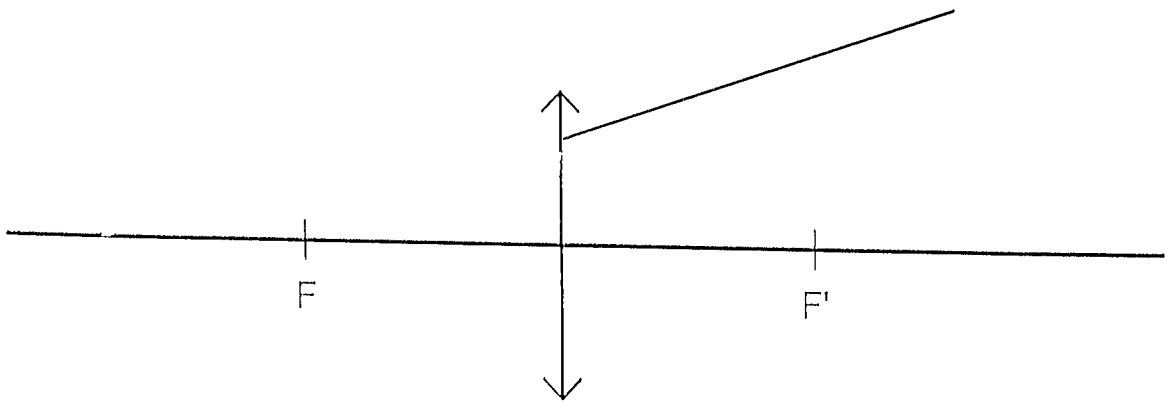
a)



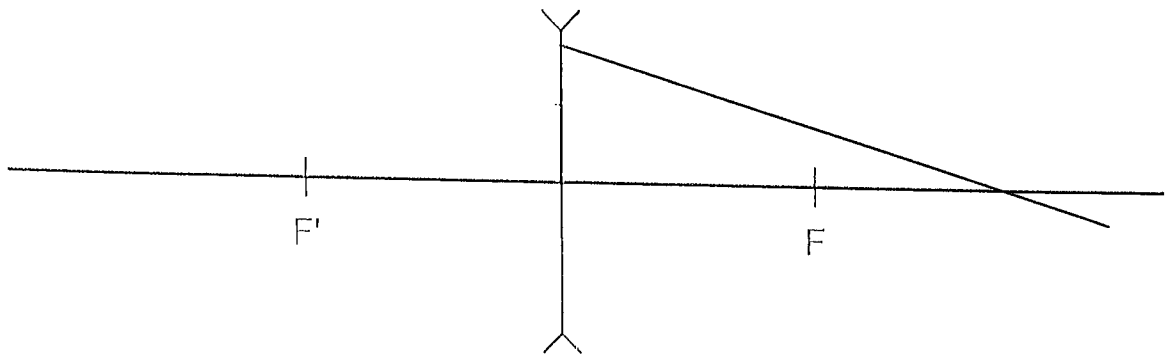
b)



c)

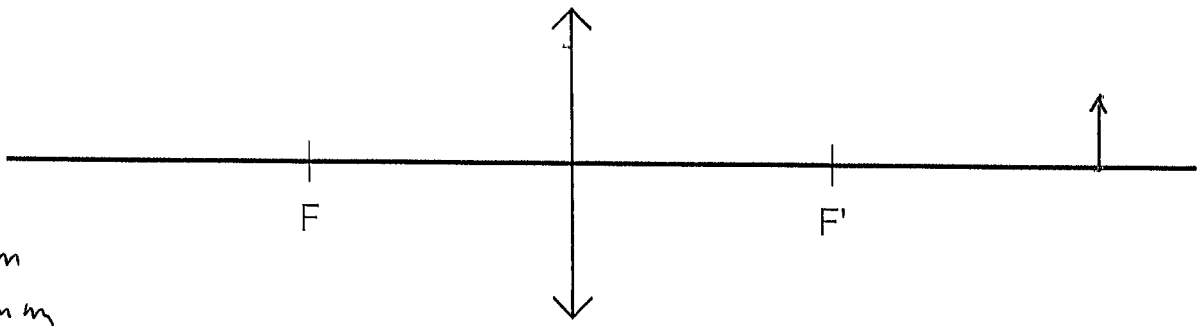


d)

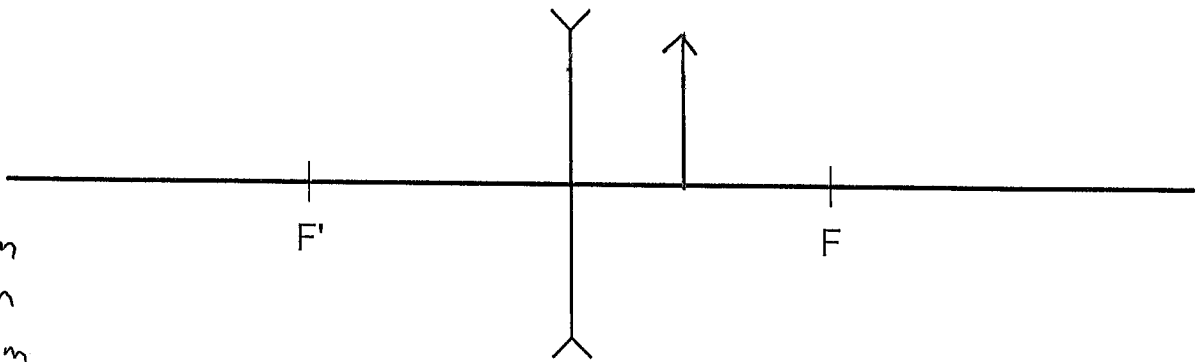


18 Hitta objektet som gav upphov till de tre bilderna.
 Bilden i d) är virtuell.

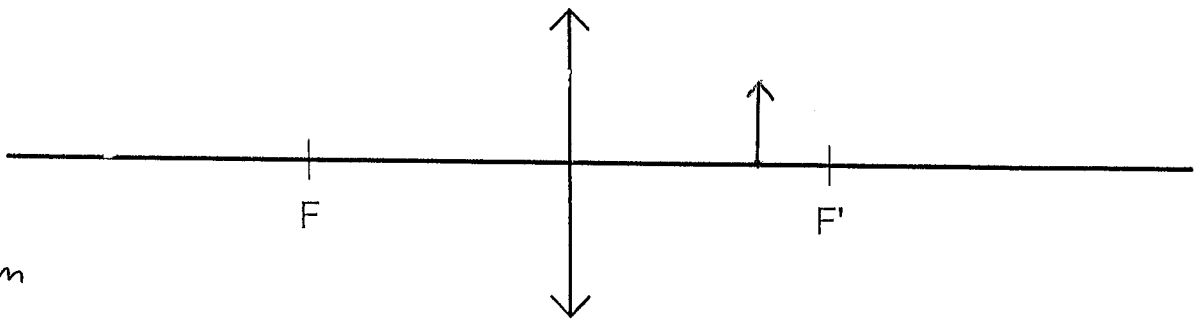
a)
 $f' = 35 \text{ mm}$
 $l' = 70 \text{ mm}$
 $h' = 10 \text{ mm}$



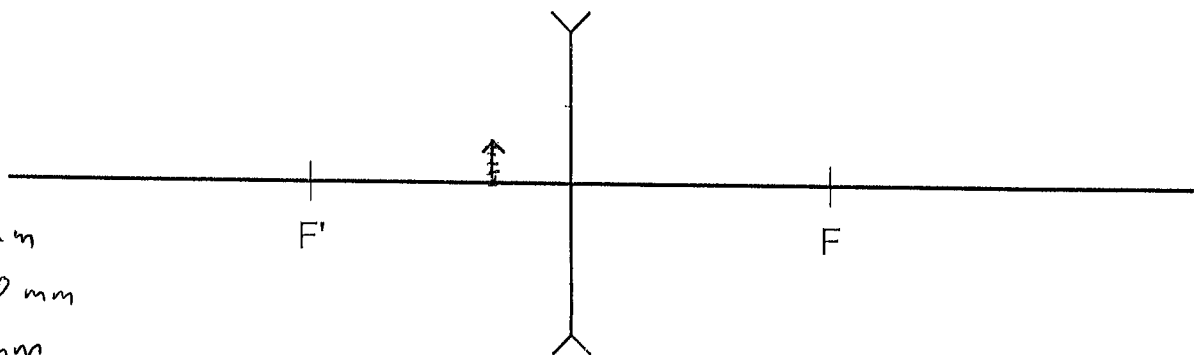
b)
 $f' = -35 \text{ mm}$
 $l' = 15 \text{ mm}$
 $h' = 20 \text{ mm}$



c)
 $f' = 35 \text{ mm}$
 $l' = 25 \text{ mm}$
 $h' = 10 \text{ mm}$



d)
 $f' = -35 \text{ mm}$
 $l' = -10 \text{ mm}$
 $h' = 5 \text{ mm}$

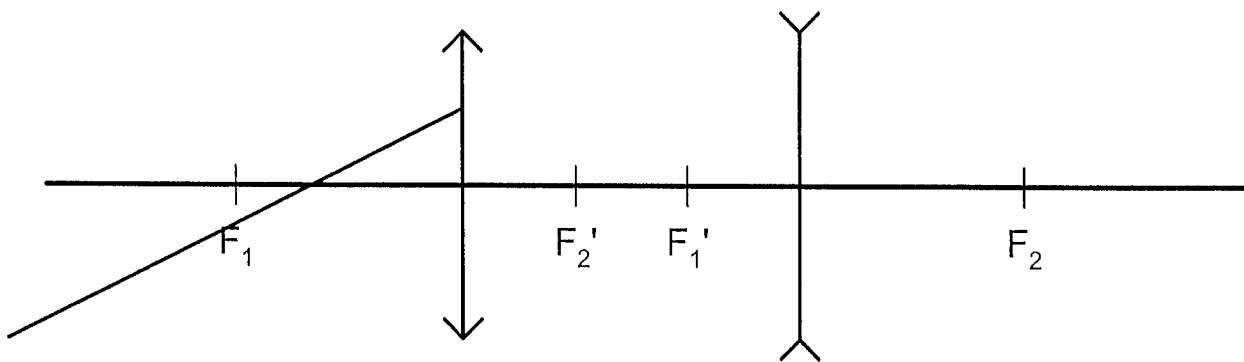


Avbildning

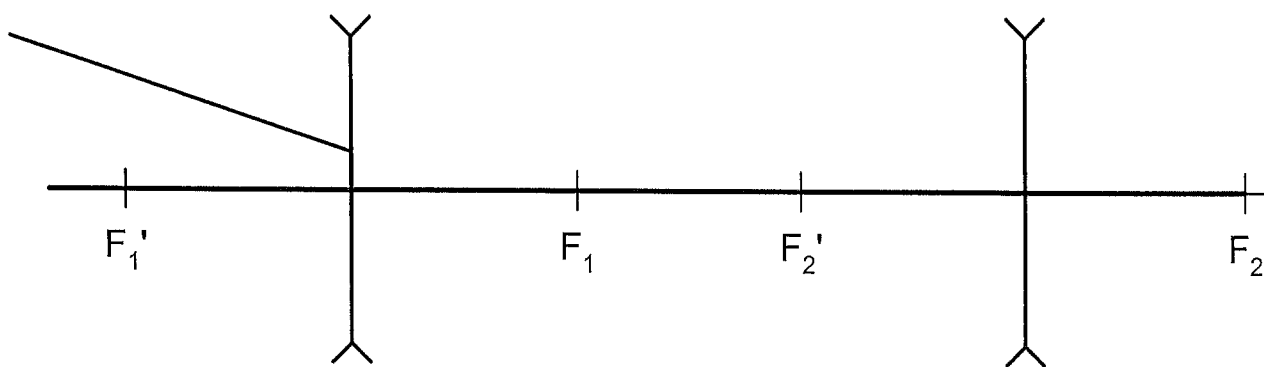
- 19) Använd den reducerade ögonmodellen för att beräkna bildstorleken på näthinnan av en avlägsen bokstav som upptar synvinkeln 5 bågminuter (motsvarande 1,0 raden på visustavlan).
- 20) I en diabilidsprojektor ska avståndet från objekt till skärm vara 4 m. Objektet är 24 mm x 36 mm och bilden ska vara 1,20 m x 1,80 m. Vilken fokallängd ska man välja på linsen?
- 21) Ett system för optisk inspektion av flaskor fotograferar med hjälp av en kamera. Flaskan skall avbildas på ett chip (=bildmottagande yta) som är 1,4 mm x 4,2 mm stort, och flaskan har diametern 6,8 cm samt höjden 21 cm. Flaskans mitt ligger på optiska axeln och den skall totalt uppta vinkeln 30° från linsen. (Det innebär att vertex-strålen från flaskans topp respektive botten kommer till vertex med vinkeln 15°). Vilken fokallängd skall linsen ha?
- 22) I en uppställning är avståndet mellan objekt och bild (bägge reella) = 500 mm. Vilken är den största förstoring man kan få med en tunn lins med $f=100$ mm?
- 23) Vilken krökningsradie skall framsidan på en tunn lins ha, om baksidan har krökningsradien 20 mm, objektet ligger 10 cm före linsen och bilden 10 cm efter linsen? Linsen har brytningsindex 1,5.
- 24) I en tunn bikonvex lins är den ena krökningsradien 6 gånger större än den andra. Linsen består av glas med $n=1,53$ och har styrkan 5 D. Beräkna krökningsradierna.
- 25) En tunn plankonvex lins görs av glas med brytningsindex 1,62 med styrkan 5 D. Vilken krökningsradie har den krökta ytan?
- 26) Ett objekt står 333 mm framför en ekvikonvex lins. Den ger en virtuell bild som hamnar 2 m framför linsen. Räkna ut krökningsradierna på linsen, om brytningsindex är 1,52.
- 27) Ett 5 mm stort objekt placeras 600 mm framför en negativ lins med $f=-250$ mm. Hitta, både med strållkonstruktion och beräkningar, läge och storlek för bilden.
- 28) Ett avlägset objekt upptar vinkeln 5° . Vilken fokallängd skall man ha på en lins för att skapa en reell bild med höjden 8 mm?

Rita in fortsatt strålgång.

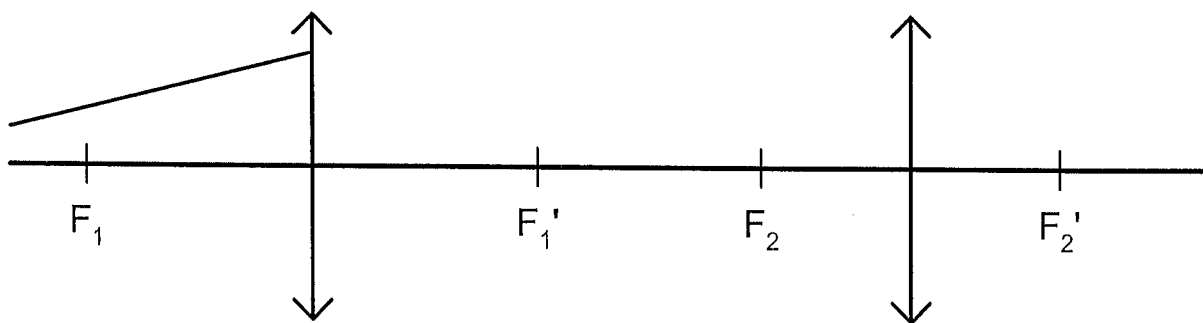
a)



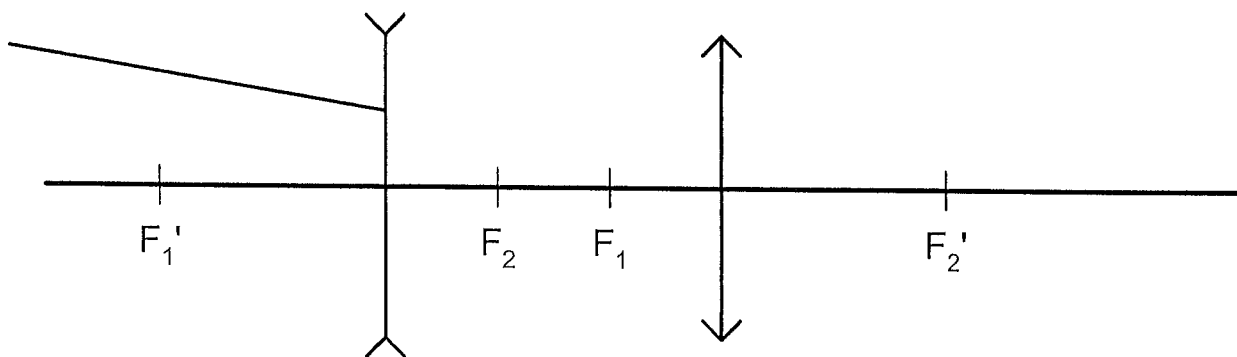
b)



c)

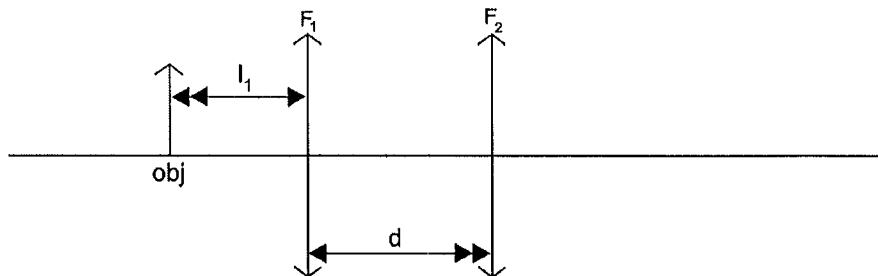


d)

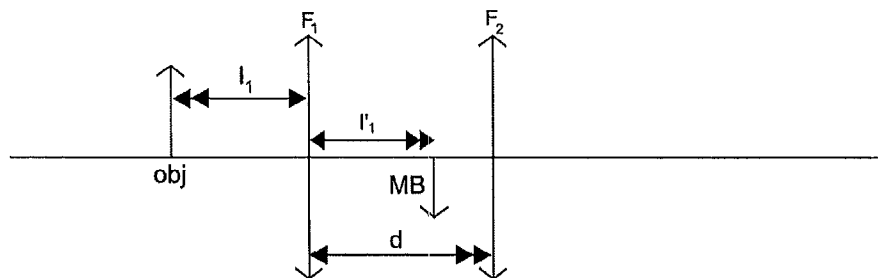


Avbildning med flera linser: mellanbilder

1: Rita upp allt, med linser, objekt och avstånd. Här är l_1 negativt och d positivt.

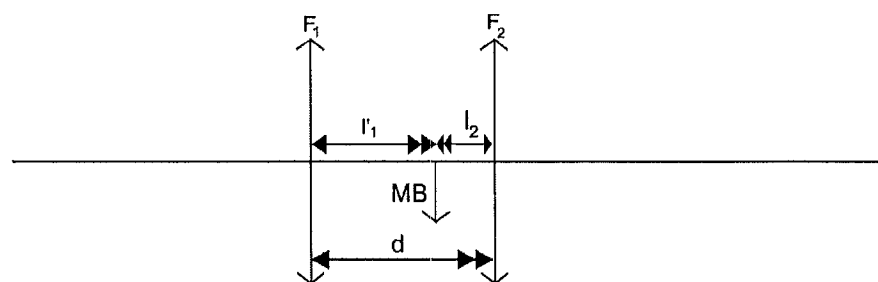


2: Räkna avbildning i första linsen som vanligt, hitta l' : $L'_1=L_1+F_1$, $l'_1=n'/L_1$, $n'=1$ i luft.

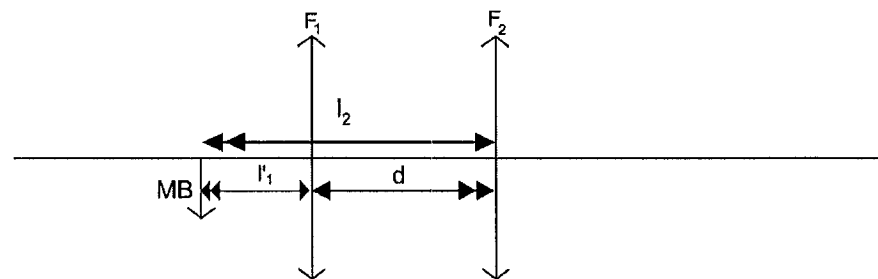


3: Se mellanbilden MB som ett objekt för nästa lins. Bilder kan fungera som objekt, både reella och virtuella. För nästa avbildning behövs objektsavståndet till lins 2. Vi tittar på de olika möjliga fallen:

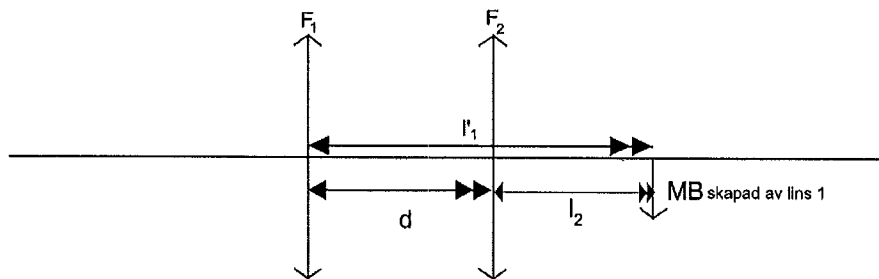
4: När mellanbilden hamnar mellan linserna: Tänk på att objektsavstånd alltid är avståndet från linsen till objektet. Enligt figur blir $l_2=l'_1-d$.



5: Om l'_1 är negativt och mellanbilden är virtuell kommer fortfarande l_2 vara negativ, och därmed är objektet vid den andra avbildningen reellt. Fortfarande är d positivt. Figuren ger då $l_2=l'_1-d$.



6: Om l'_1 är positivt och större än d har vi en reell bild i första avbildningen. För avbildningen i den andra linsen är däremot objektet virtuellt – objektsavståndet blir positivt. Observera att vi alltid genomför två avbildningar, först genom första linsen och sedan genom den andra – oavsett var mellanbilden hamnar. Här är l_2 positivt, skillnaden mellan l'_1 och d : $l_2=l'_1-d$.



7: Således: Oavsett var mellanbilden hamnar blir $l_2=l'_1-d$. Men tänk på att det är viktigt att rita ut figurer vid uppgiftslösning, avsaknad av figur kan ge poängavdrag.

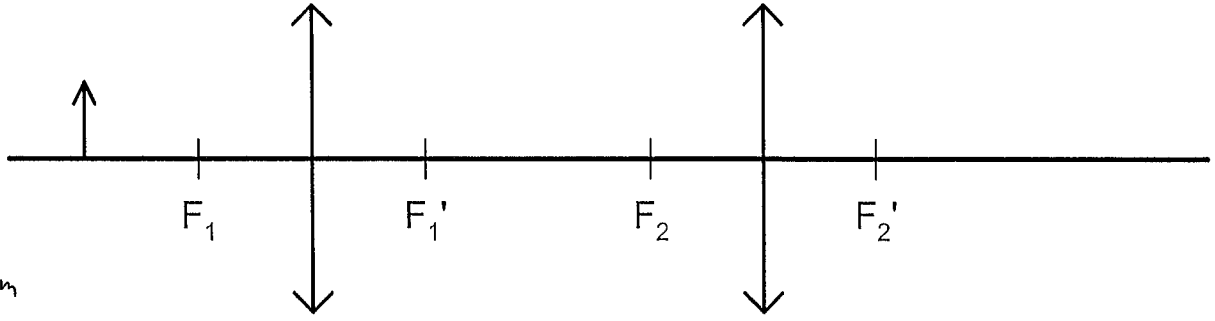
8: Nu genomförs avbildning i lins 2 som vanligt, $L_2=n/l_2$, $n=1$ för luft. $L'_2=L_2+F_2$

9: Observera: n' för avbildning 1 och n för avbildning 2 är alltid brytningsindexet för mediet mellan linserna – oavsett var mellanbilden ligger.

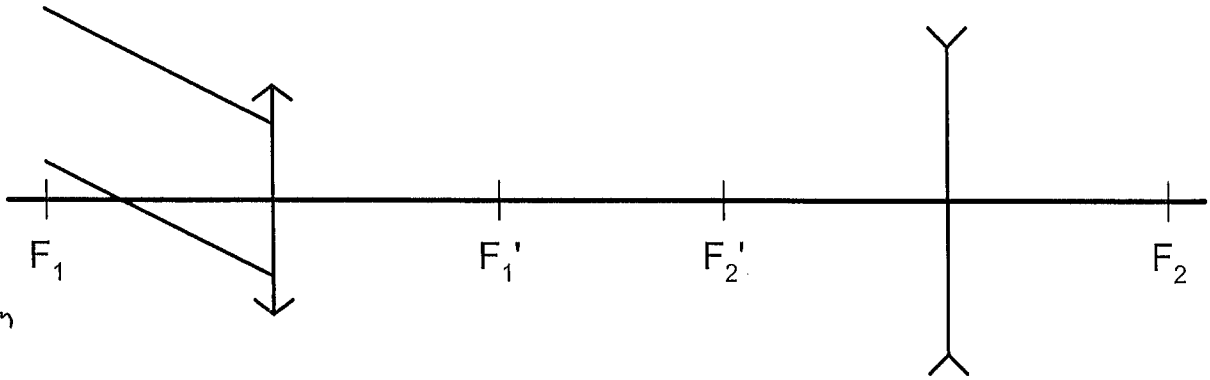
30

Avbilda objekten. Jämför med beräkningar.

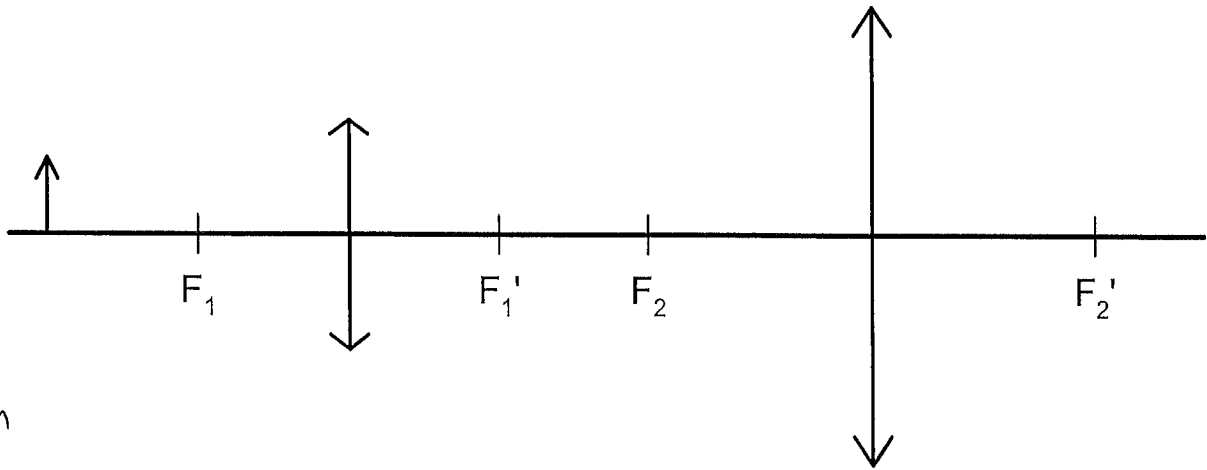
a)
 $f_1' = 15 \text{ mm}$
 $f_2' = 15 \text{ mm}$
 $l_1 = -30 \text{ mm}$
 $d = 60 \text{ mm}$



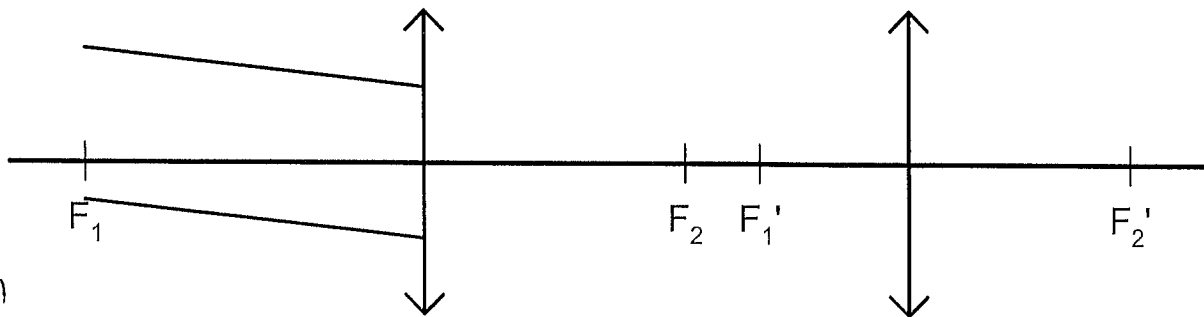
b)
 $f_1' = 30 \text{ mm}$
 $f_2' = -30 \text{ mm}$
 $l_1 = -\infty$
 $d = 90 \text{ mm}$



c)
 $f_1' = 20 \text{ mm}$
 $f_2' = 30 \text{ mm}$
 $l_1 = -40 \text{ mm}$
 $d = 70 \text{ mm}$



d)
 $f_1' = 45 \text{ mm}$
 $f_2' = 30 \text{ mm}$
 $l_1 = -\infty$
 $d = 65 \text{ mm}$



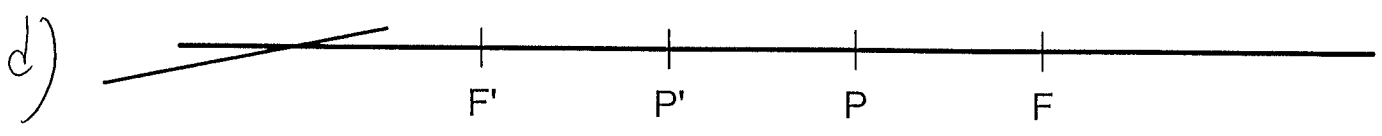
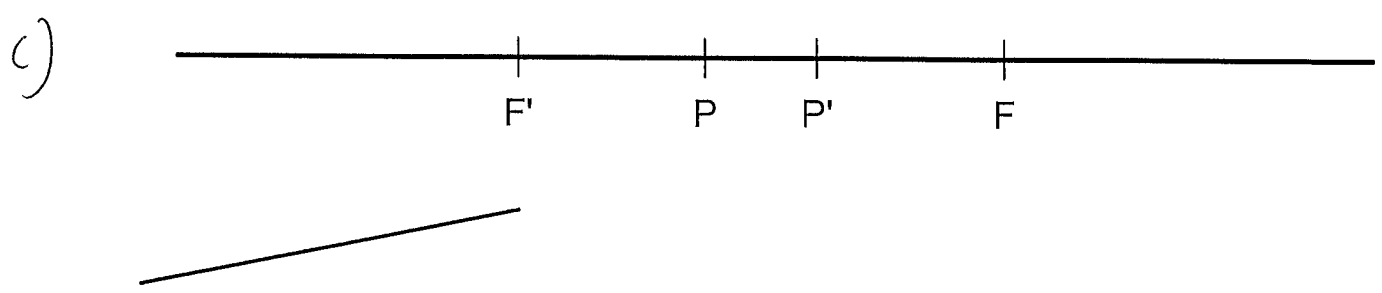
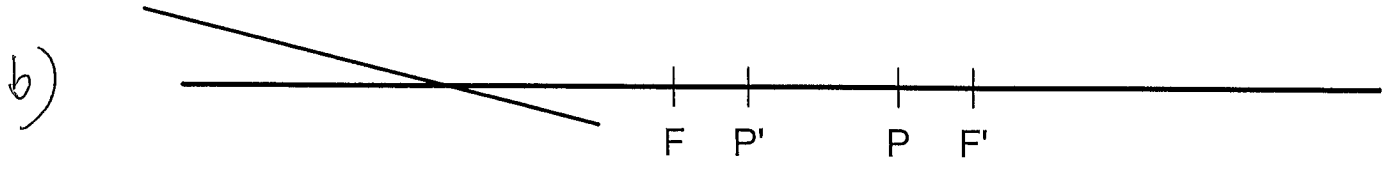
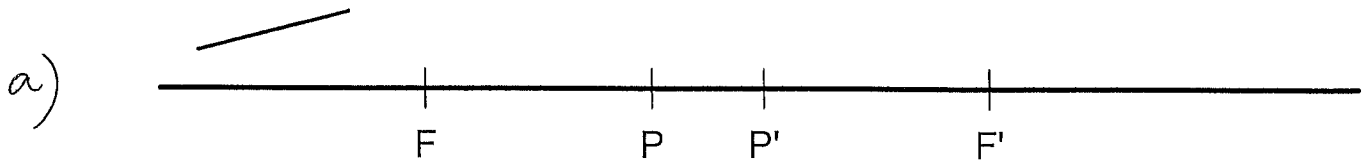
Flera avbildningar

Mellanbilder

- 31) Som modell för ett fisköga kan man tänka sig en liten sfärisk kula med radie 3,0 mm och brytningsindex 1,6 med vatten på *båda* sidor. Hur långt efter kulan (linsen) sitter fiskens näthinna om fisken skall kunna se ett avlägset objekt skarpt? (Ledning: betrakta linsen som två sfäriska gränssytor).
- 32) Ett undersökningsinstrument består av en lins med $f=20$ mm och 60 mm senare en med $f=-80$ mm. Objektet placeras 20 mm före den första linsen. Var hamnar bilden och hur stor är den?
- 33) Antag att vi har ett linssystem med två tunna linser med styrkorna $F_1=-20$ D och $F_2=20$ D. Avståndet mellan linserna är 50 mm. Rita upp en skalenlig figur (välj lämplig skala) med de två linserna och strålkonstruera fram bilden av ett reellt objekt med höjden 20 mm som placeras 50 mm framför den negativa linsen. Kontrollera sedan resultatet med beräkningar.
- 34) Ett teleobjektiv består av en lins med $f=60$ mm och en med $f=-30$ mm. Avståndet mellan dem är 40 mm. Visa med strålkonstruktion hur strålarna från ett objekt (på stort avstånd) som upptar 100 milliradianer går genom systemet fram till bilden. 100 milliradianer = 1 ruta i höjd mot tio rutor i sidled.
- 35) Ett optiskt system består av tre tunna linser: den första med fokallängden +120 mm, den andra med fokallängden +50 mm, och den tredje med fokallängden +12 mm. Avstånden mellan första och andra linsen är 100 mm, mellan andra och tredje 32 mm. Hur långt från första linsen skall ett objekt placeras för att ge en slutbild i oändligheten?
- 36) Ett mikroskop kan beskrivas av följande system: Först en lins med $f=10$ mm, 5 mm senare en lins med $f=10$ mm och 20 mm därefter en lins med $f=200$ mm. Var ska ett objekt placeras för att ge en bild 200 mm efter den sista linsen?

37

Rita in fortsatt strålgång. Använd hjälpstråle.



a)

$$f'_E = 30 \text{ mm}$$

$$d = -45 \text{ mm}$$

$$h = 10 \text{ mm}$$

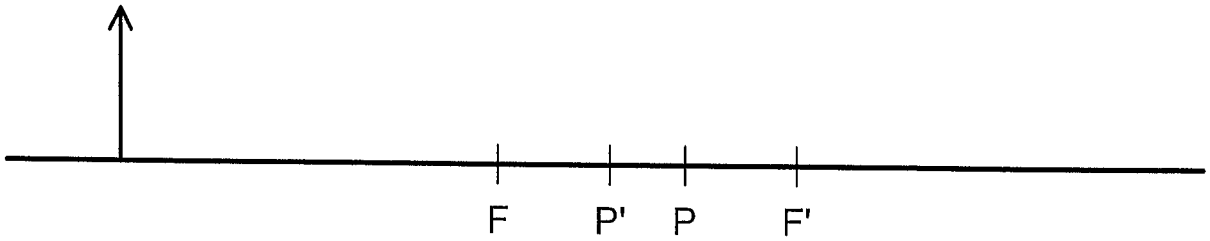


b)

$$f'_E = 25 \text{ mm}$$

$$d = -75 \text{ mm}$$

$$h = 20 \text{ mm}$$

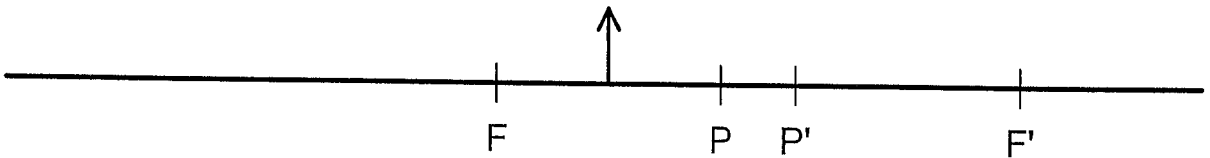


c)

$$f'_E = 30 \text{ mm}$$

$$d = -15 \text{ mm}$$

$$h = 10 \text{ mm}$$

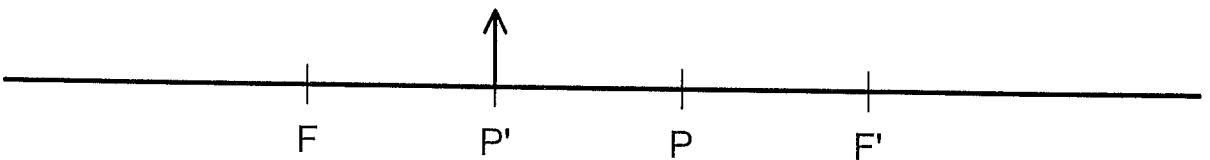


d)

$$f'_E = 50 \text{ mm}$$

$$d = -25 \text{ mm}$$

$$h = 10 \text{ mm}$$



Recept för beräkning av huvudplan

Frågeställning: Hur hittar man främre och bakre fokalpunkt, samt huvudplan (både för tjocka linser och system av tunna linser)?

Varför skall huvudplan räknas? Det gör avbildning i system mycket enklare. Objektsavstånd blir avstånd från främre huvudplan till objektet. Bildavstånd är avståndet från bakre huvudplan till bilden. Sen gäller linsformeln $L'=L+F$ med F som systemets brytkraft.

Metod med beräkningar - fungerar för två sfäriska ytor eller två tunna linser.

- **Steg 1: Hitta styrkorna och inbördes avstånd.**

För linserna är det den vanliga styrkan som används. För sfärisk gränsyta använder man $F=(n'-n)/r$, där n' är brytningsindex för området *efter* ytan, n för området *före* ytan och r krökningsradien i meter. Tänk på att om krökningscentrum är till vänster om ytan så är krökningsradien negativ.

- **Steg 2: Beräkna systemets brytkraft och fokallängd.**

$F_e=F_1+F_2-(d/n_{\text{mellan}}) F_1F_2$. Här är F_1 första linsen eller ytans styrka, F_2 andra linsen eller ytans styrka, d avståndet mellan dem (från första till andra, så positivt) och n_{mellan} brytningsindex. För en tjock lins är det linsens brytningsindex, för system av tunna linser är det luft, så $n_{\text{mellan}}=1$. Bakre fokallängd är $f'_e=n_{\text{etter}}/F_e$ och främre fokallängd $f_e=-n_{\text{före}}/F_e$.

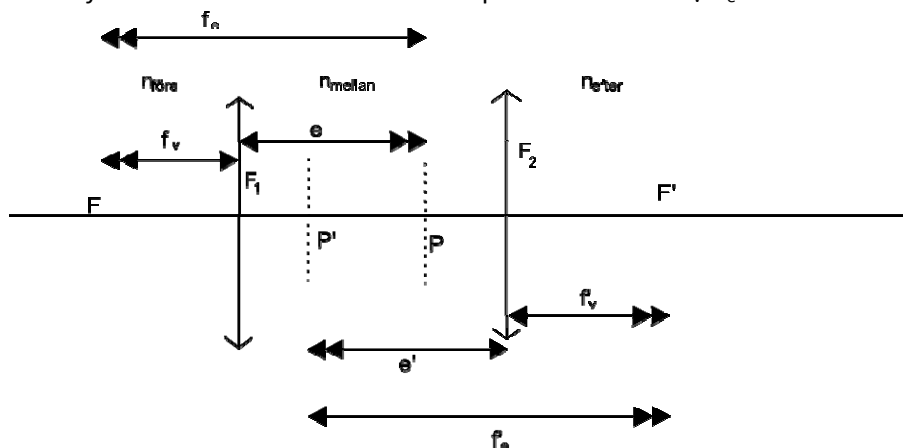
- **Steg 3: Beräkna snittstyrka och snittvidd.**

De ges direkt av främre snittstyrka $F_v=F_e/(1-(d/n_{\text{mellan}})F_2)$ och bakre snittstyrka $F'_v=F_e/(1-(d/n_{\text{mellan}})F_1)$. Det ger i sin tur främre snittvidd $f_v=-n_{\text{före}}/F_v$ (observera minustecknet) och bakre snittvidd $f'_v=n_{\text{etter}}/F'_v$ (inget minustecken). Främre snittvidd är avståndet från främre linsen/sfäriska ytan till hela systemets främre fokalpunkt, och bakre snittvidd är avståndet från bakre linsen/sfäriska ytan till hela systemets bakre fokalpunkt.

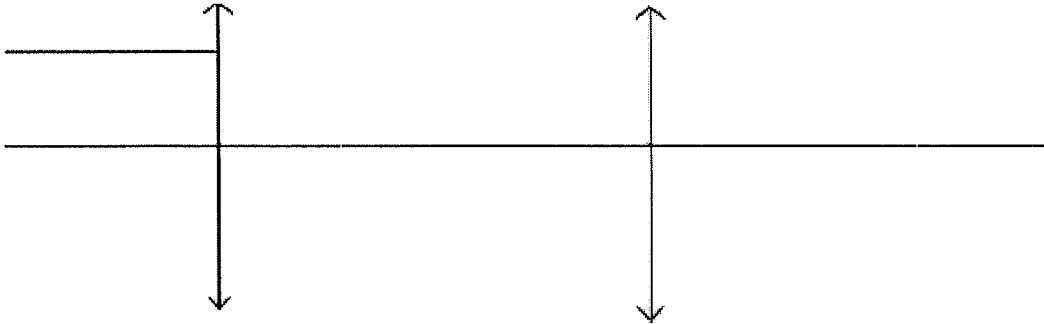
- **Steg 4: Hitta huvudplanen.**

Främre fokalpunkten hittades i steg 3. Vi vet att avståndet från främre huvudplan till främre fokalpunkt är f_e som räknades ut i steg 2. Då går det också att hitta var främre huvudplanet skall ligga (tänk på teckenkonventionen, och att f_e är avståndet från främre huvudplan till främre fokalpunkt). På samma sätt kan f'_e användas för att hitta bakre huvudplan från bakre fokalpunkt.

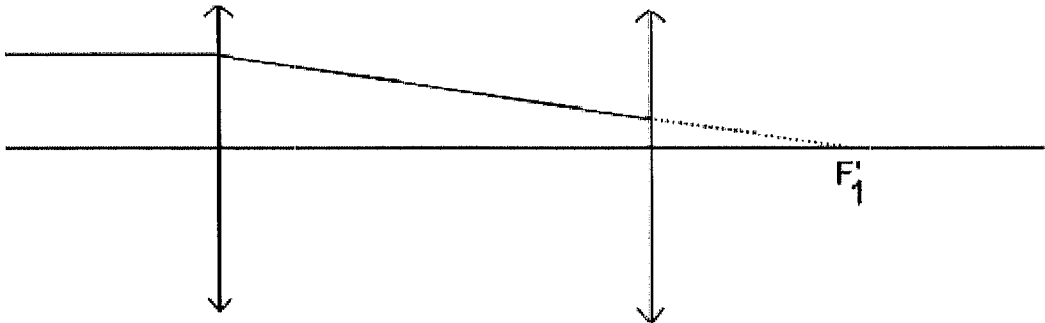
Alternativt går det att direkt beräkna avståndet från främre linsen till främre huvudplan. Det är $e=f_v-f_e$. På samma sätt är avståndet från bakre linsen till bakre huvudplan lika med $e'=f'_v-f'_e$.



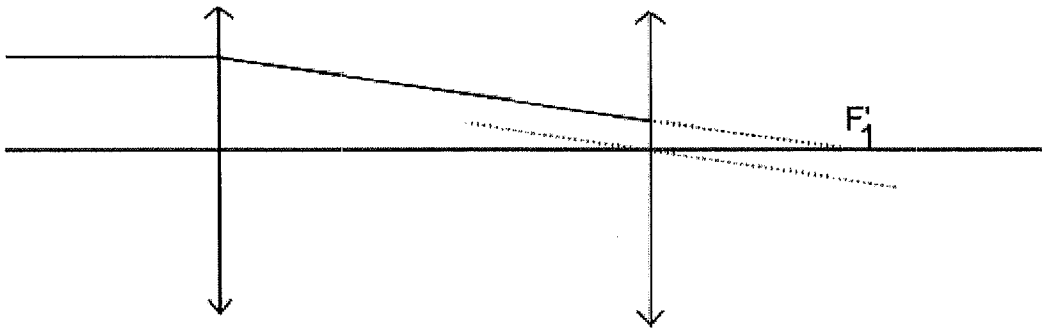
- **Steg 1: Rita en inkommande stråle parallell med optiska axeln.**



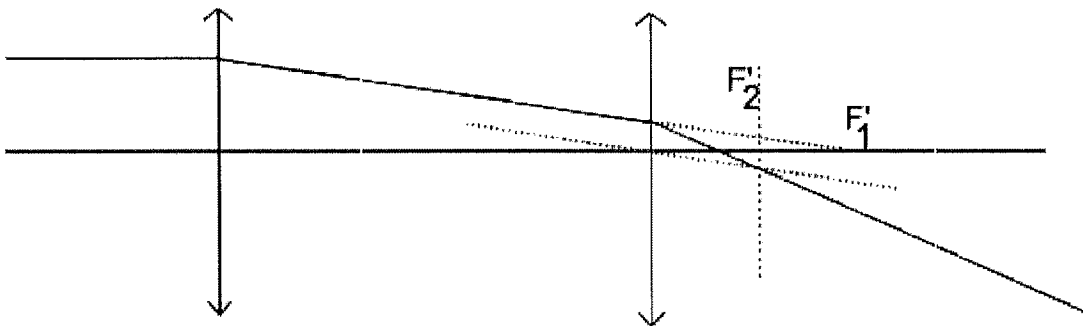
- **Steg 2: Bryt strålen mot den första linsens bakre fokus.**



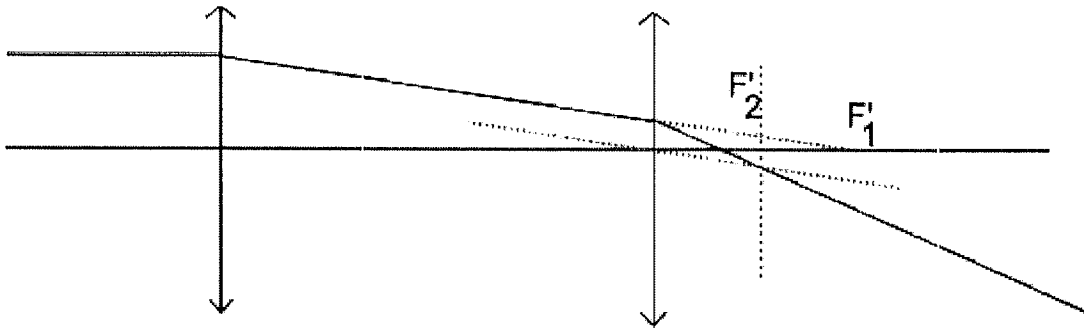
- **Steg 3: Dra en röd hjälpstråle genom lins 2, parallell med den riktiga strålen.**



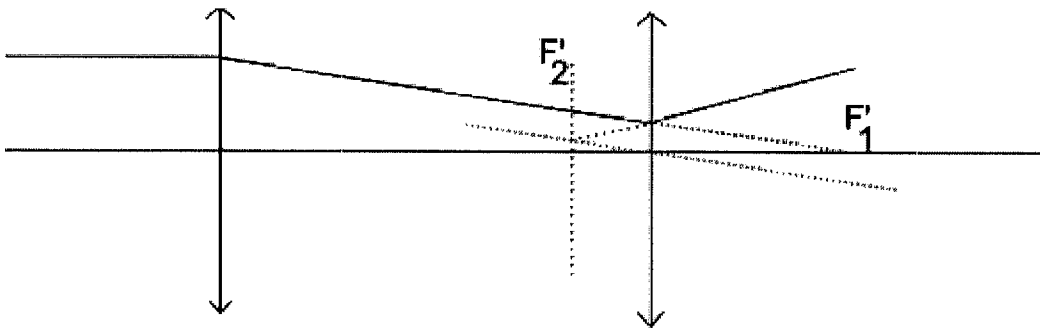
- **Steg 4: Ta ut skärningspunkten mellan den röda hjälpstrålen och bakre fokalplanet för lins 2.**



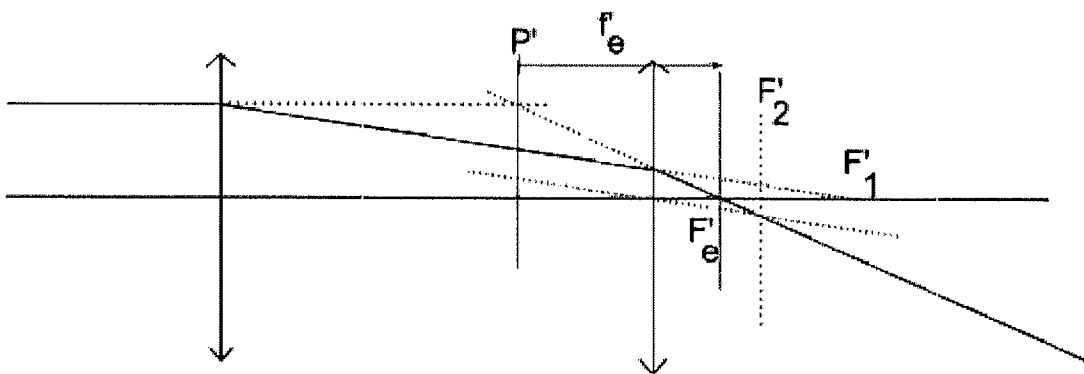
- **Steg 5:** Den riktiga strålen kommer även den gå genom skärningspunkten mellan bakre fokalplanet och den röda hjälpstrålen. Därför går det nu att rita ut strålgången efter linsen.



- Om lins 2 är negativ så kommer den röda hjälpstrålen att skära det bakre fokalplanet *innan* lins 2. Då kommer inte den brutna strålen att kunna gå genom den skärningspunkten. Istället kommer *förlängningen* av den brutna strålen att passera hjälpstrålen och bakre fokalplanet skärningspunkt. Därför går det lika bra att rita upp den brutna strålen.



- **Steg 6:** Fortsätt med samma metod tills alla linser har passerats.
- **Steg 7:** Dra förlängningen av den första strålen som är parallell med optiska axeln och strålen som lämnar den sista linsen. Där de skär varandra ligger bakre huvudplan. Bakre systemfokallängd är avståndet från bakre huvudplanet till punkten där den sista strålen (eller dess förlängning) skär den optiska axeln.

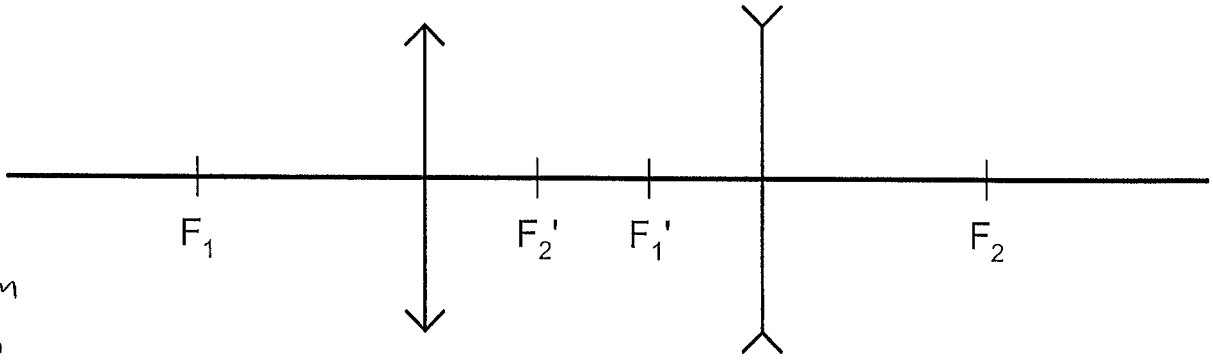


- **Steg 8:** För att hitta främre huvudplan vänds hela systemet, den sista linsen blir den första. Infallande ljus parallellt med optiska axeln motsvarar då utfallande ljus parallellt med optiska axeln i det ursprungliga systemet. Därmed motsvarar det huvudplan som ovanstående metod hittar främre huvudplan för det ursprungliga systemet.

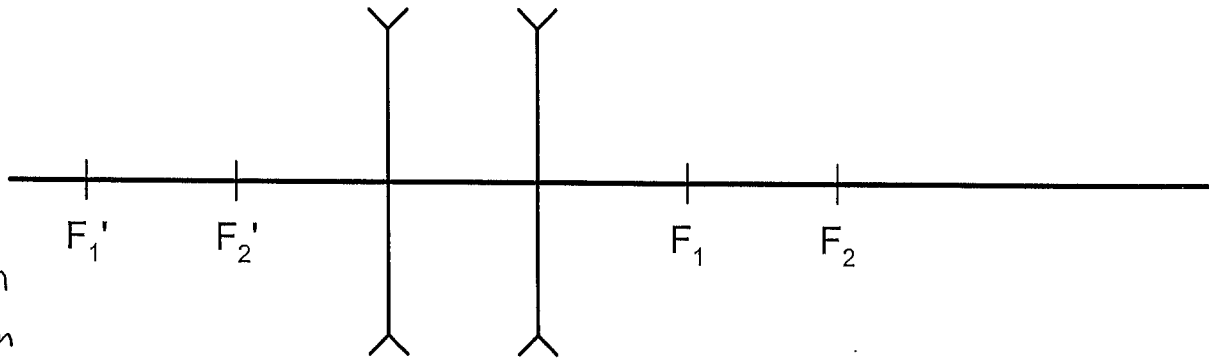
Hitta bakre huvudplan och bakre fokalplan.

39

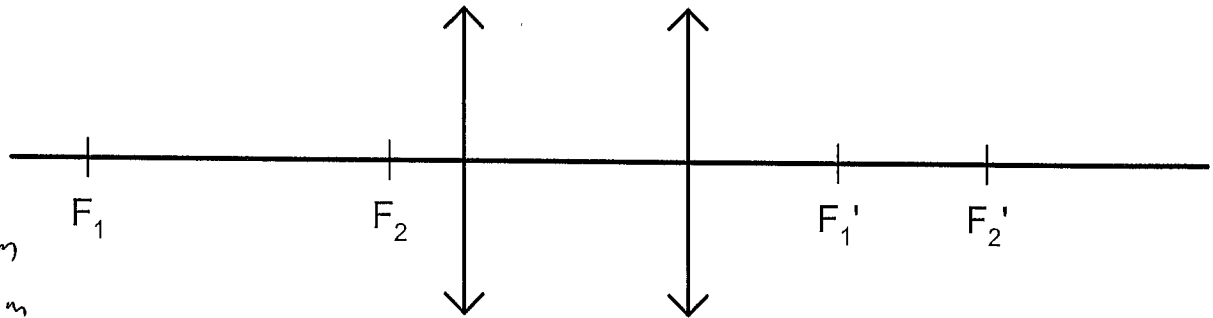
a)
 $f'_1 = 30 \text{ mm}$
 $f'_2 = -30 \text{ mm}$
 $d = 45 \text{ mm}$



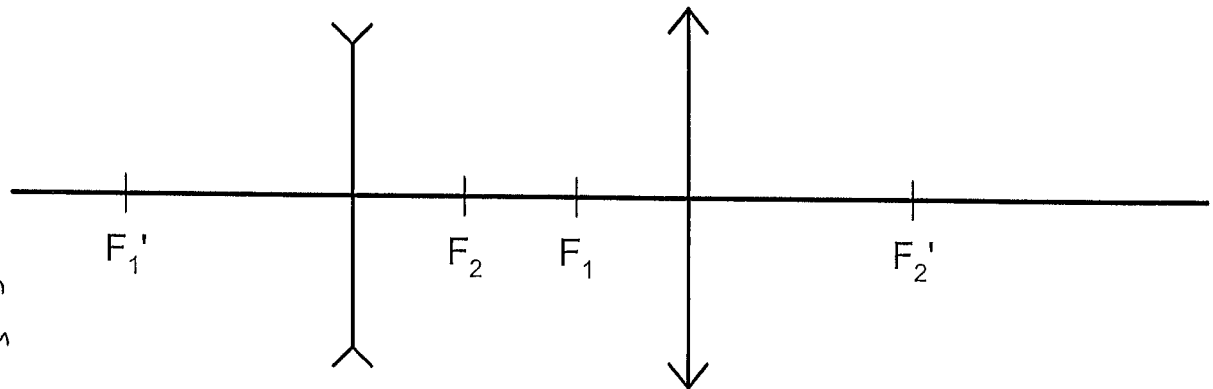
b)
 $f'_1 = -40 \text{ mm}$
 $f'_2 = -40 \text{ mm}$
 $d = 20 \text{ mm}$



c)
 $f'_1 = 50 \text{ mm}$
 $f'_2 = 40 \text{ mm}$
 $d = 30 \text{ mm}$

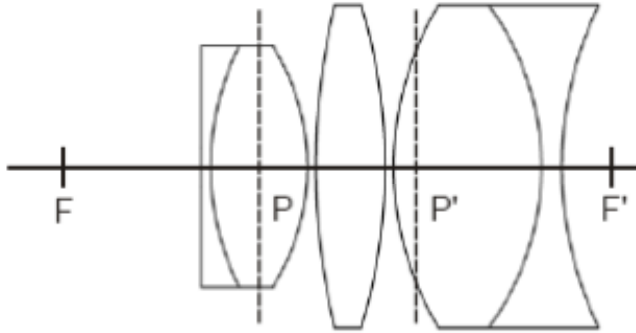


d)
 $f'_1 = -30 \text{ mm}$
 $f'_2 = 30 \text{ mm}$
 $d = 45 \text{ mm}$



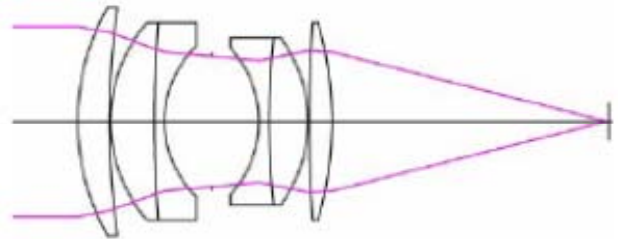
Huvudplan

- 40) I figuren intill visas ett optiskt system med dess kardinalpunkter i skala 1:1. Bestäm bildens läge och storlek för ett 10 mm stort, reellt objekt som placeras 30 mm framför första linsytan, både med strålkonstruktion och med beräkningar.



- 41) Ett optiskt system för titthålskirurgi består av 5 linser, alla med fokallängden 10 mm och diametern 5 mm, med 20 mm avstånd mellan linserna. Bestäm systemets fokallängd med hjälp av strålkonstruktion.
- 42) Ett optiskt system består av följande tre linser: $F_1=12,5$ D, $F_2=-50$ D och $F_3=40$ D. Avståndet mellan lins 1 och 2 är 60 mm och mellan 2 och 3 är avståndet 20 mm. Bestäm systemets fokallängd med noggrann strålkonstruktion.
- 43) En positiv, meniskformad glasögonlins har krökningsradierna $r_1=42,0$ mm och $r_2=150$ mm, brytningsindex $n=1,52$, samt tjockleken 10,0 mm. Använd huvudplan för att beräkna bildens läge och storlek för ett 1,0 mm stort objekt som placeras 120 mm framför linsens främre yta.

- 44) Figuren visar hur strålar från en avlägsen objektpunkt bryts i ett kameraobjektiv. Hur stor blir bilden av ett avlägset objekt som upptar synvinkeln 5° ? Figuren är skalenligt ritad (skala 1:1) och man får mäta i figuren.

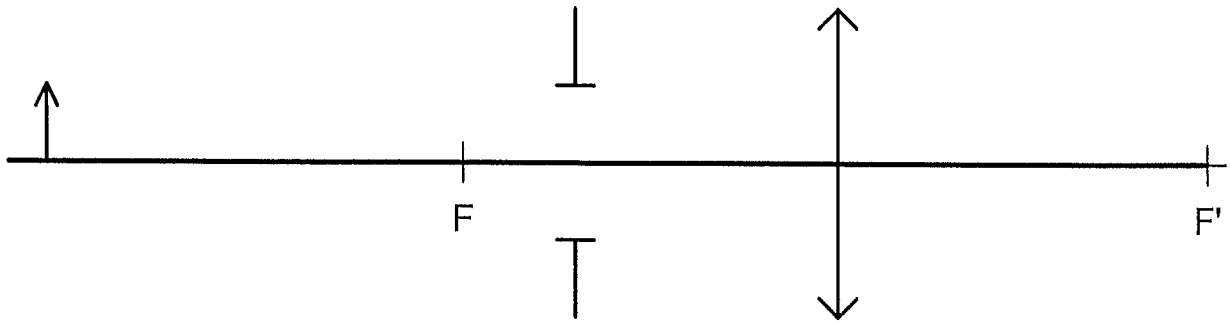


- 45) Ett optiskt system består av två tunna linser med styrkorna -20 D och +40 D placerade på avståndet 25 mm från varandra. Bestäm läget för bakre huvudplanet och systemets effektiva styrka.

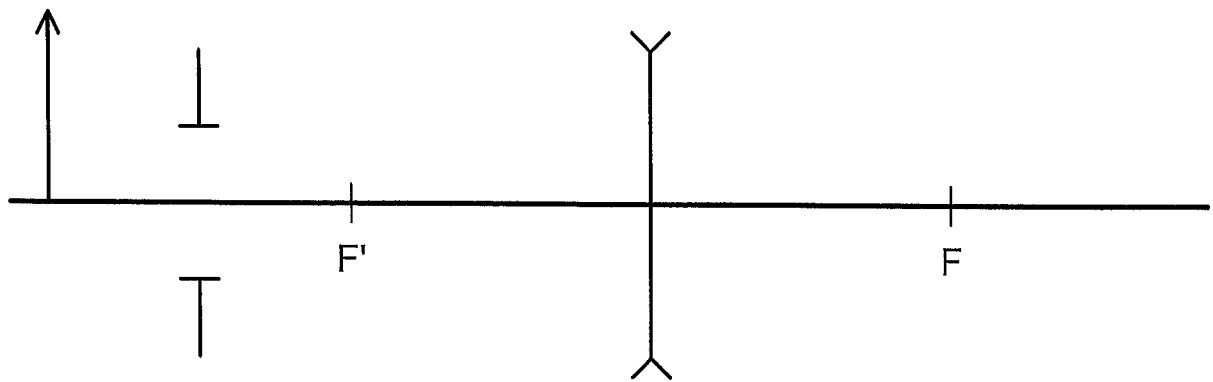
46

Hitta apertur och fältstopp för objekten.

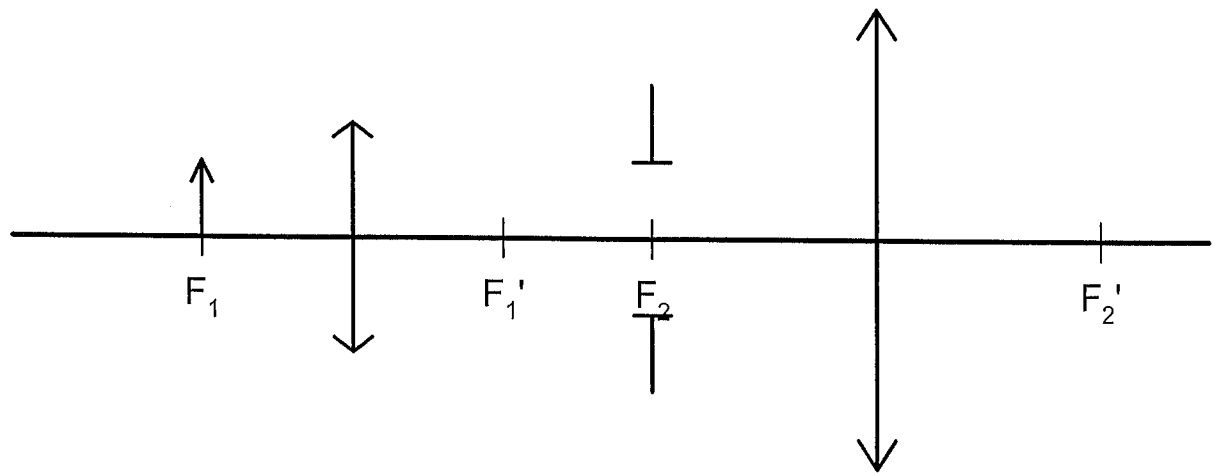
a)



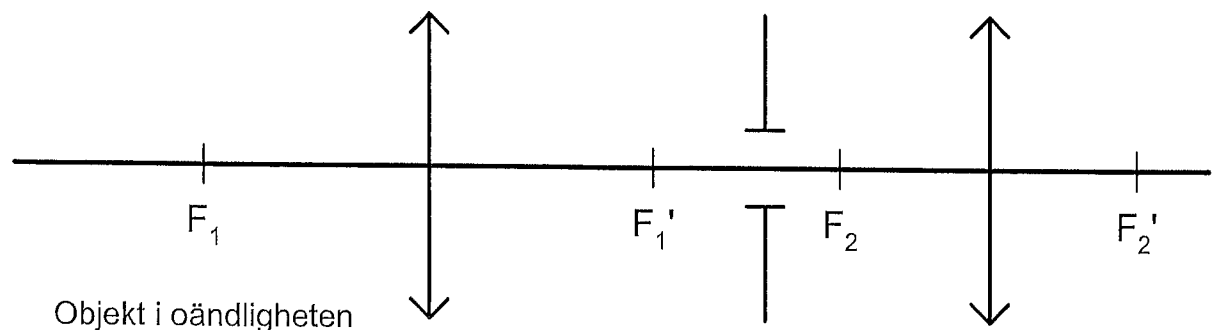
b)



c)

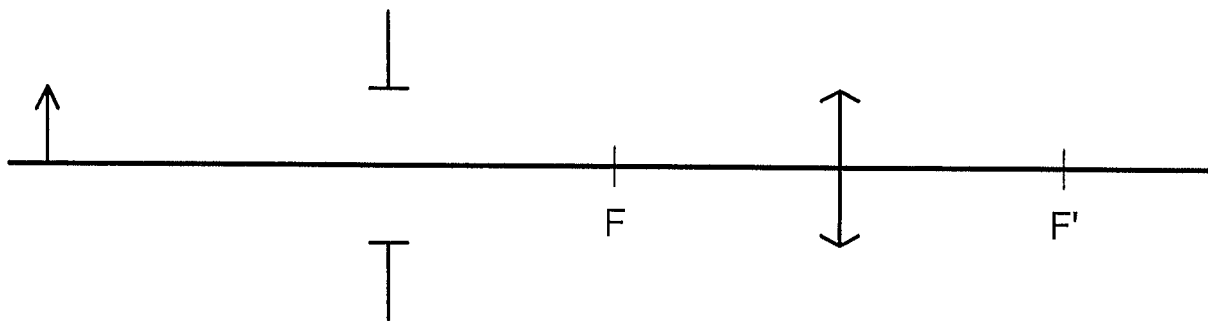


d)

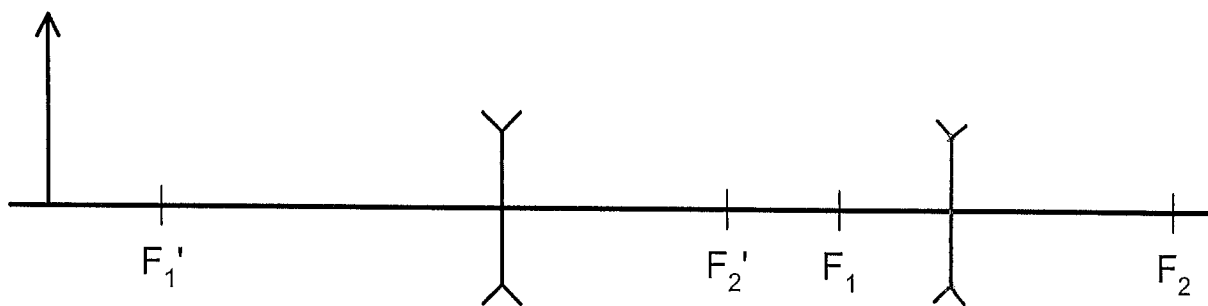


Objekt i oändligheten

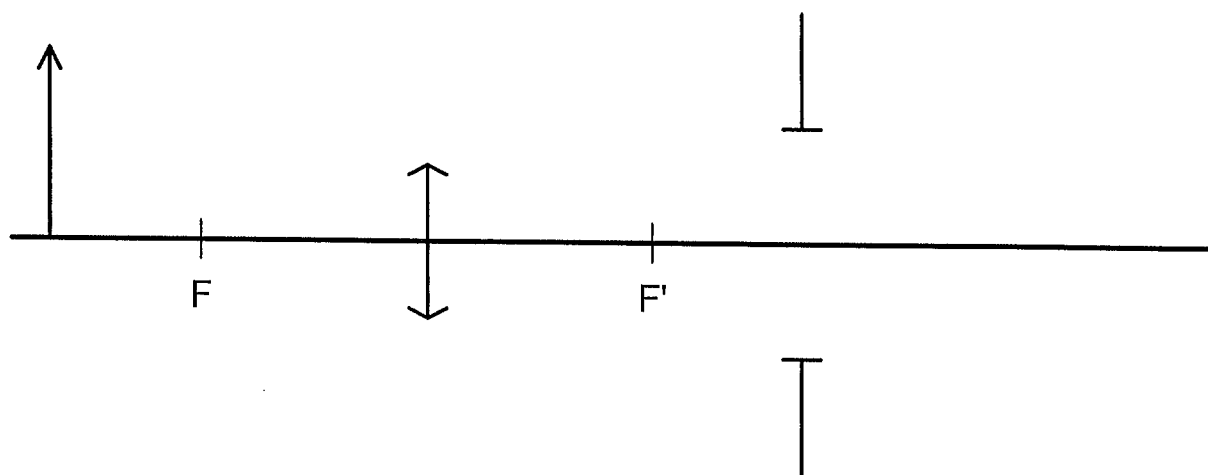
a)



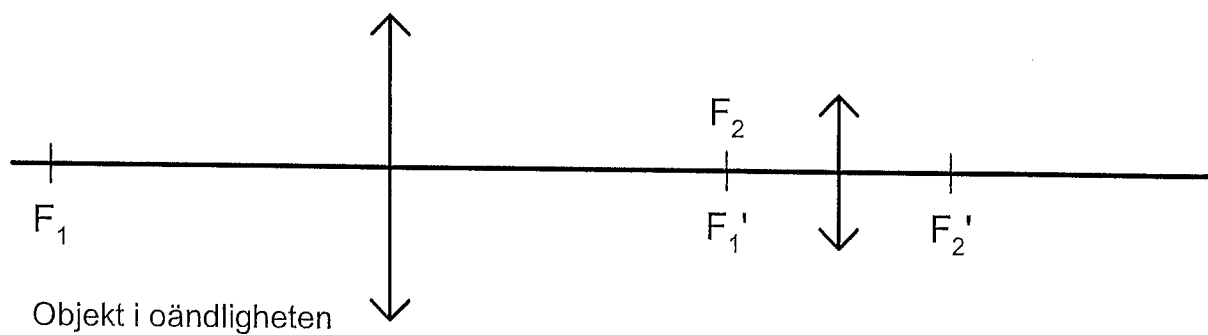
b)



c)

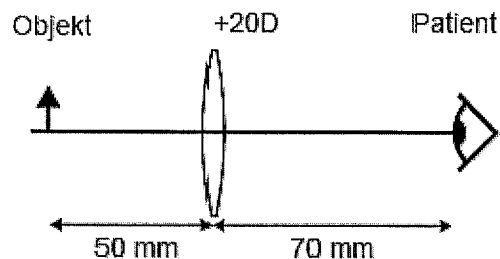


d)



Synfält

- 48) Patienten i figuren intill ser objektet tydligt med avslappnat öga. Hur stort blir synfältet för halv belysning om linsens diameter är 20 mm och pupilldiametern 4 mm?



- 49) Hur stort blir synfältet när man använder en lupp med fokallängden 25 mm och diametern 10 mm om avståndet mellan ögat och luppen är 20 mm? Ögats pupill är 4 mm och objektet placeras så att bilden hamnar i oändligheten.
- 50) Ett optikermikroskop består av ett objektiv ($F_{obj}=18,75$ D, diameter 10 mm) och ett okular ($F_{ok}=40$ D, diameter 25 mm) på avståndet 185 mm från varandra. Hur stort blir synfältet (i millimeter) om objektet placeras så att slutbilden hamnar i oändligheten?
- 51) En obehagligt nyfiken person kommer på ett sätt att smygitta genom nyckelhål utan att sätta ögat alldeles intill. Han använder en $f=80$ mm lins som han håller 120 mm från nyckelhålet. Sitt öga placerar han 240 mm efter linsen. Linsen har bländartal 2 (så $z=fokallängd/diameter$). Hur stort blir synfältet?
- 52) En person betraktar en tidning genom en lins med $f=100$ mm och diameter 40 mm. Avståndet mellan tidning och öga är 300 mm och ögat har pupilldiameter 2 mm. Hur stort synfält i tidningen (i mm) har personen? Linsen hålls så att bilden hamnar i oändligheten.
- 53) Innan moster Agda går igenom starroperation är hon hänvisad till olika synhjälpmedel. När hon läser i sin veckotidning använder hon ett förstoringsglas med styrkan +5 D som hon håller 15 cm från tidningen. Avståndet mellan förstoringsglas och Agdas öga är 40 cm. Vilken diameter måste förstoringsglas ha för att synfältet skall bli så stort att hon kan se hela bilden (5 cm hög) av prinsessan Madeleine?
- 54) En enkel kikare är konstruerad av två tunna linser med fokallängder 120 mm och 15 mm. Linsernas diameter är 32 mm respektive 12 mm. Hur stort blir synfältet när man betraktar objekt på 1000 m avstånd? Ögat placeras på optimalt avstånd från okularet (i kikare är avståndet mellan linserna summan av fokallängderna).

Vinkelförstoring och instrument

55) En optiklärare har släpat fram en stor lens med styrkan $+2,0$ D som han placerar 30 cm framför sitt ansikte. Vilken vinkelförstoring av lärarens ansikte upplever en student som står 1,0 m från läraren?

56) Hur mycket större ser rynkorna ut när man tittar sig i en konkav sminkspegel med krökningsradien 3,0 dm jämfört med en plan spegel? I båda fallen håller man spegeln 1,0 dm från ansiktet.

57) När man tittar genom en liten vattendroppe som ligger på huden ser man en förstord bild av hudytan. Antag att droppens tjocklek är 2,0 mm och att laterala förstoringen blir 1,25 ggr. I

uppgift 1 räknade vi ut att krökningsradien är -2,5 mm och att bildavståndet är -1,875 mm. Vad blir vinkelförstoringen?



58) Ett mikroskop konstrueras av två linser med fokallängderna $f_1=4,0$ mm och $f_2=50$ mm, placerade på avståndet 214 mm. Vilken synvinkel upptar en röd blodkropp med diametern 8 mikrometer om man tittar genom mikroskopet? Objektet placeras så att slutbilden hamnar i oändligheten.

59) Vid ett tillfälle lånar optikerstudenten Gullan sin närsynte optikerlärares glasögon (-10 D). Hon blundar med ett öga och tittar på utsikten över staden genom en av glasögonlinserna som hon håller på 20 cm avstånd från sitt eget öga. Hon upplever då att staden ser mindre ut än vad den gör utan glasögat. Hur mycket mindre? Gullan kan både med och utan glasögat se staden skarpt.

60) Ett teleskop har $+4$ ggr förstoring och är 120 mm långt. Det innehåller två linser. Vilka fokallängder har dessa?

61) En kikare märkt 7x50 används en sommardag för att betrakta ett avlägset objekt. Kikaren placeras på optimalt avstånd från det avslappnade, normalsynta ögat som har pupilldiametern 3 mm och styrkan 60 D. Beräkna inträdespupillens diameter för det sammansatta systemet kikare-öga.

62) Om man är kraftigt närsynt och växlar mellan kontaktlinser och glasögon så upptäcker man att omvärlden ser något mindre ut med glasögon. Hur mycket mindre ser ett objekt på 5 m avstånd ut att vara när man använder glasögon istället för kontaktlinser? Glasögat har styrkan -10 D och sitter 13 mm från ögat.

63) Ett mikroskopobjektiv består av två likadana linser med fokallängden 5 mm placerade 2 mm från varandra. Ett okular bestående av en tunn lins med fokallängden 25 mm placeras 187 mm efter den andra linsen i objektivet. Vilken förstoring ger mikroskopet om objektet placeras så att slutbilden hamnar i oändligheten?

64) Ett gammeldags akvarium i form av en sfärisk vattenfylld skål har den fördelen att fiskarna ser större ut än de i verkligheten är. Beräkna vinkelförstoringen för det fall att fisken befinner sig längst bak i skålen och betraktarens öga är på en skålradies avstånd framför skålen (d.v.s. avståndet fisk-betraktare är tre skålradier). Glasskålens brytningsindex får antas vara samma som vattnets.

65) Vid en brytningsfelsmätning ser patienten i figuren intill objektet tydligt med avslappnat öga då $d=60$ mm. Vilken glasögonstyrka behöver patienten för att se på långt håll? (Glasögat placeras 14 mm från ögat. Linsen i figuren tas förstås bort.)

