Hur skapas bilder?
En workshop om optik

LENA CLAESSON & ELISABETH NILSSON
NATIONELLT RESURSCENTRUM FÖR FYSIK

Denna workshop ska bl.a. handla om vad en bild är, därför börjar vi med något bekant:

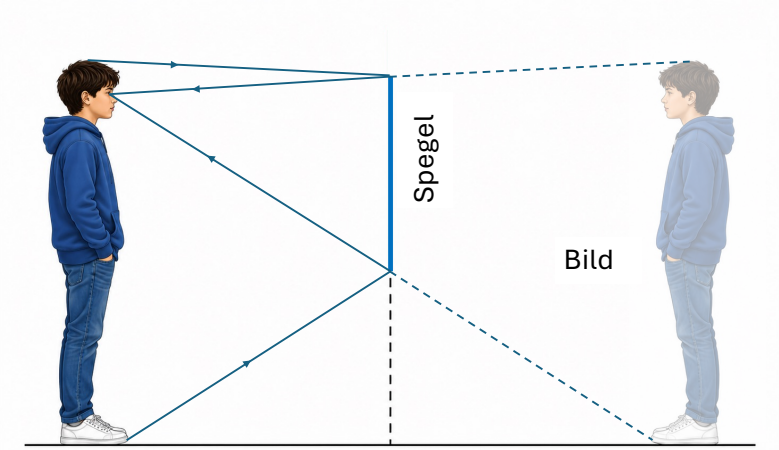
Spegelbilder - en övning för alla!

Tag en liten spegel (Biltema, halv, klippbar spegel). Arbeta två och två. Lista ut hur stor del av dig du maximalt kan se i spegelbiten. Variera höjd och avstånd. Håll t.ex. spegelbiten så att du ser toppen på ditt huvud. Markera sedan med en bit maskeringstejp på kroppen hur långt ner du kan se.

Du har nu skapat en bild i en plan spegel.

1) Var finns bilden? (Den finns lika långt bakom spegeln som du står framför (se nästa bild).
2) Kan alla runtomkring se den? Bara de som står på samma sida som du och i ungefär samma vinkel.
3) Kan den fångas på en skärm? Nej, detta är inte en verklig bild. (Inget ljus finns där bilden finns.)

Bild i plan spegel



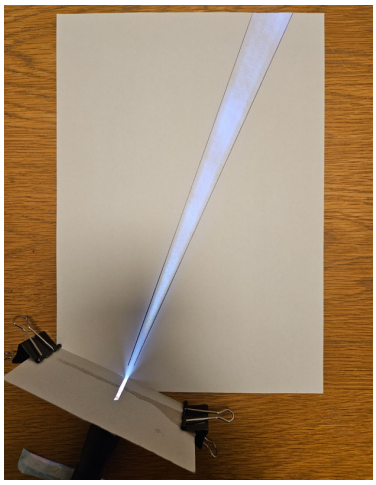
AI-genererad bild

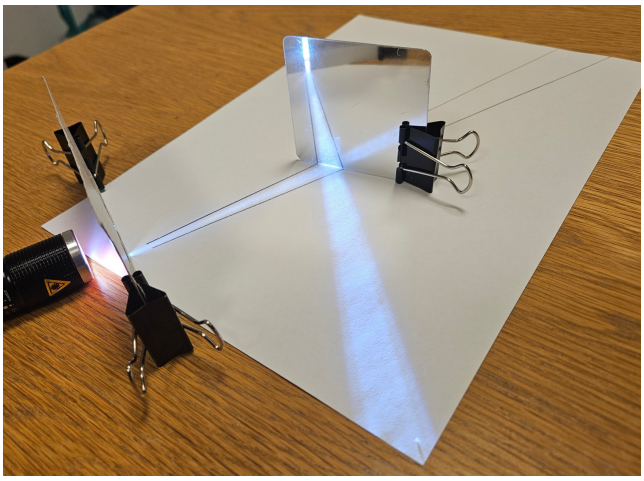
En pojke står framför en plan spegel. Var ligger spegelbilden? Lika långt från spegeln som pojken. Hur vet vi det? Ljusstrålarnas reflexion (enligt reflexionslagen: infallsvinkeln lika med reflexionsvinkeln.) Och bilden går INTE att fånga på en skärm, den är med andra ord virtuell. (Bilden visar också hur stor spegel som behövs för att man ska kunna se precis hela kroppen.)

Att undersöka spegelbilder och reflexioner i en spegel är kul för eleverna. Vår kollega Lukasz har utarbetat ett material med övningar och de följande bilderna visar ett enkelt experiment från hans material. (Resten hittar du på www.nrcf.lu.se)

Vi börjar med att rikta ljus från en mobiltelefon eller ficklampa längs ett papper. För att ljusknippet inte ska bli för brett, skickar vi det genom en smal öppning, klippt i en bit kartong. Gör såhär:

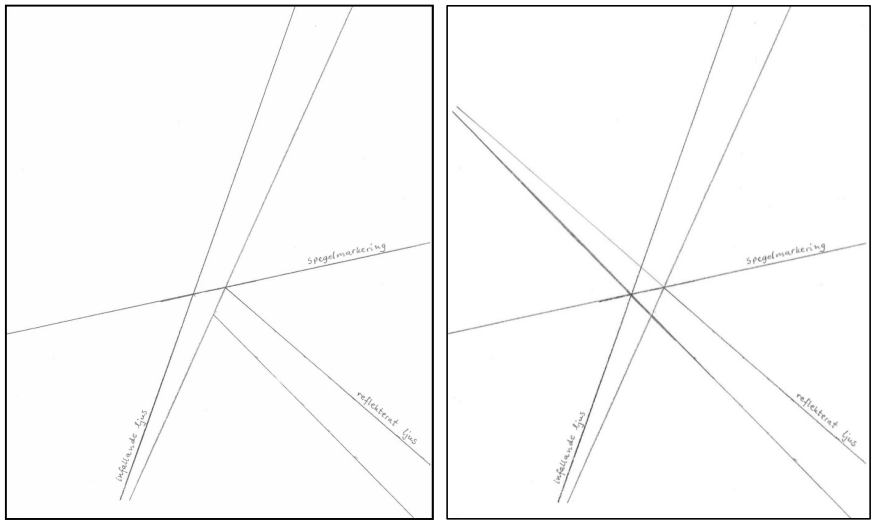
Experimentera!





Ficklampan/mobilen hålls intill öppningen. Skapa ett så tydligt strålknippe som möjligt på pappret. Rita längs strålknippets gräns, på samma sätt som är gjort i det vänstra fotot.
Ta en spegel och låt ljusknippet reflekteras i spegeln (som på det högra fotot).
Rita ut spegelns läge och rita längs det reflekterade strålknippets gräns.
Ta bort spegeln. Du bör nu ha något som liknar nästa bild:

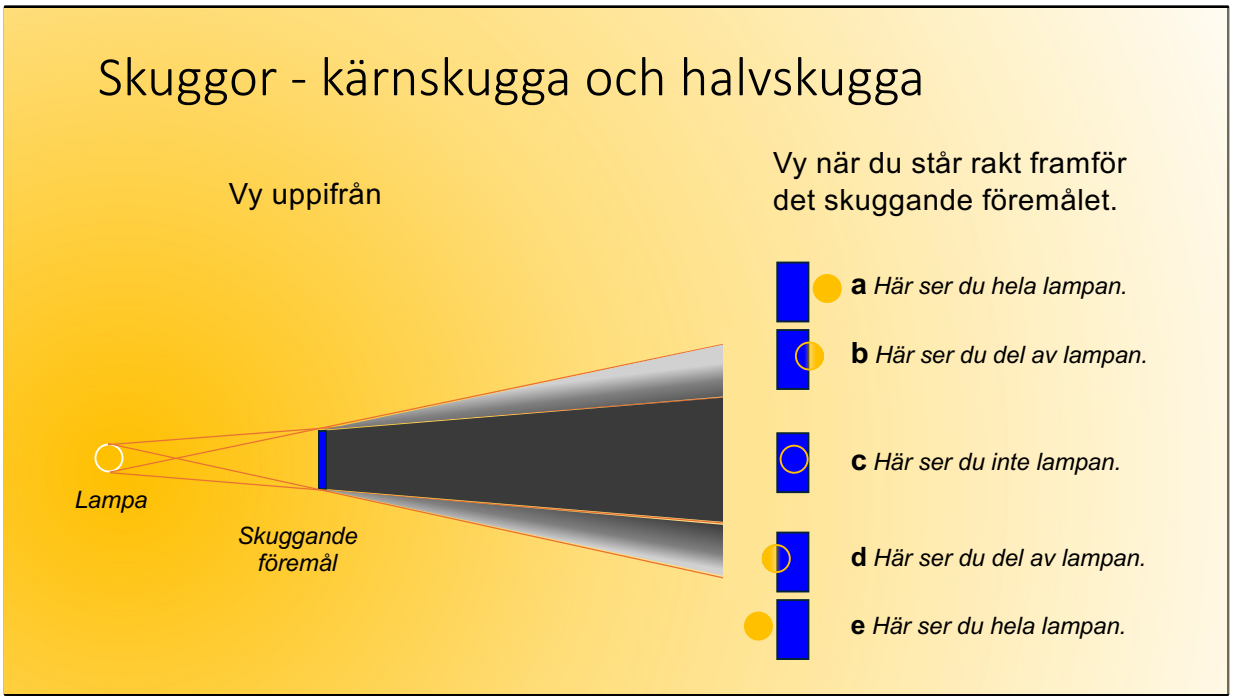
Experimentera!



Titta på den vänstra figuren. Finns här någon typ av symmetri? (Tips 1: Försök förlänga det reflekterade strålknippet bakåt.)

Tips 2: Spegeln är en så kallad **symmetrilinje**. Vik pappret längs denna linje och beskriv vad du ser!

Det vi just gjort visar på att ljus går rakt fram! Detta kan också verifieras genom att vi tittar på skuggor - som i nästa bild.



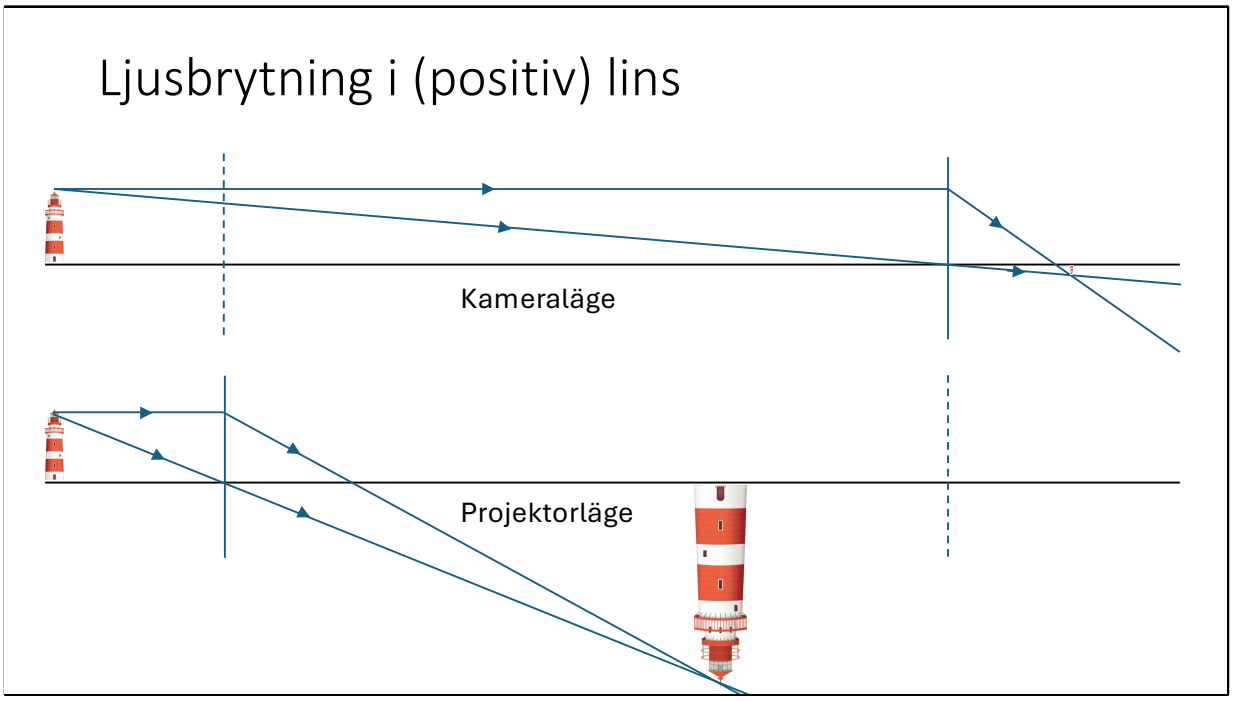
Bilden visar hur skuggor skapade av solida material uppstår.
Vi har en lampa - som sprider ljus i hela rummet.
Vi sätter in ett föremål som skapar en skugga.
I figuren har vi förstärkt fyra strålar som kommer från lampans ytterkanter och precis när fram till föremålets kanter.
Vi kan kalla strålarna för gränsstrålar (från lampan). Mellan dessa strålar hittar vi två olika typer av skuggområden:
En **kärnskugga** där du, om du står bakom föremålet, inte alls ser lampan.
Två områden med **halvskugga** där du ser delar av lampan.
Som du ser, kan vi med hjälp av detta experiment säga att ljuset går **rakt fram.**

Men vad händer om ljus träffar på genomskinliga material? Då bildas ju inga skuggor, eller?

Ljusbrytning

Nej, här bildas inga skuggor! Här påverkas ljuset - inte bara av reflexion som i spegelfallet, utan också av ett annat fenomen: **brytning**.
När ljuset går från ett genomskinligt material (luft) till ett annat (vatten, glas) bryts ljuset - det ändrar riktning. Eftersom vi inte direkt kan se vad som händer utan bara se konsekvenserna av brytningen, uppfattar vi det som att skeden är ”avbruten”. I själva verket är det vattnet som skapar en bild av skeden - som inte ligger riktigt på samma ställe som skeden i luften.

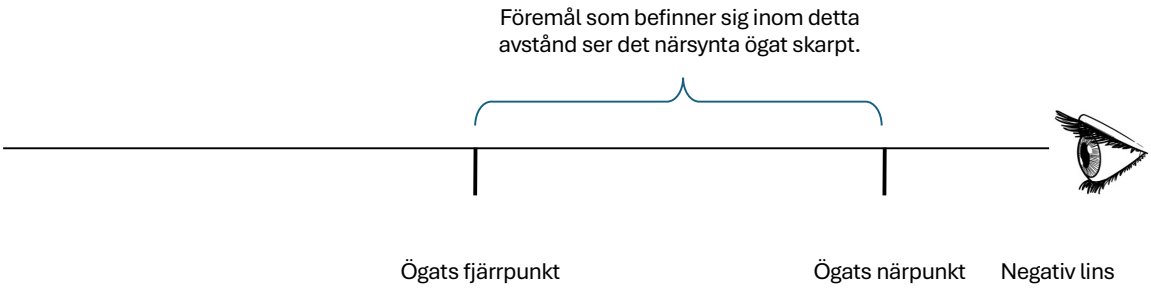
Vill vi styra ljusbrytningen, och därmed skapandet av bilder, lite mer systematiskt kan vi använda **linser**. En lins är en bit glas eller plast (eller något annat genomskinligt material) som formats så att ljuset bryts på ett alldeles speciellt sätt. De vanligaste linserna vi har omkring oss är glasögonlinser samt de linser som styr avbildningen i en mobilkamera.
Glasögonlinser. Arbeta i par. Ta ett par läsglasögon (styrka minst+3D). Stå på minst 2 meters avstånd från en vägg. Din kamrat lyser på glasögonen med en ficklampa eller med mobillampan. (Låt eventuellt ljuset gå genom öppningen du använde i det föregående experimentet.) Försök skapa en bild på väggen en bit bort genom att flytta glasögonlinserna närmare eller längre bort från lampan. Det finns två lägen - försök hitta båda. Bilden på nästa sida beskriver lägena.



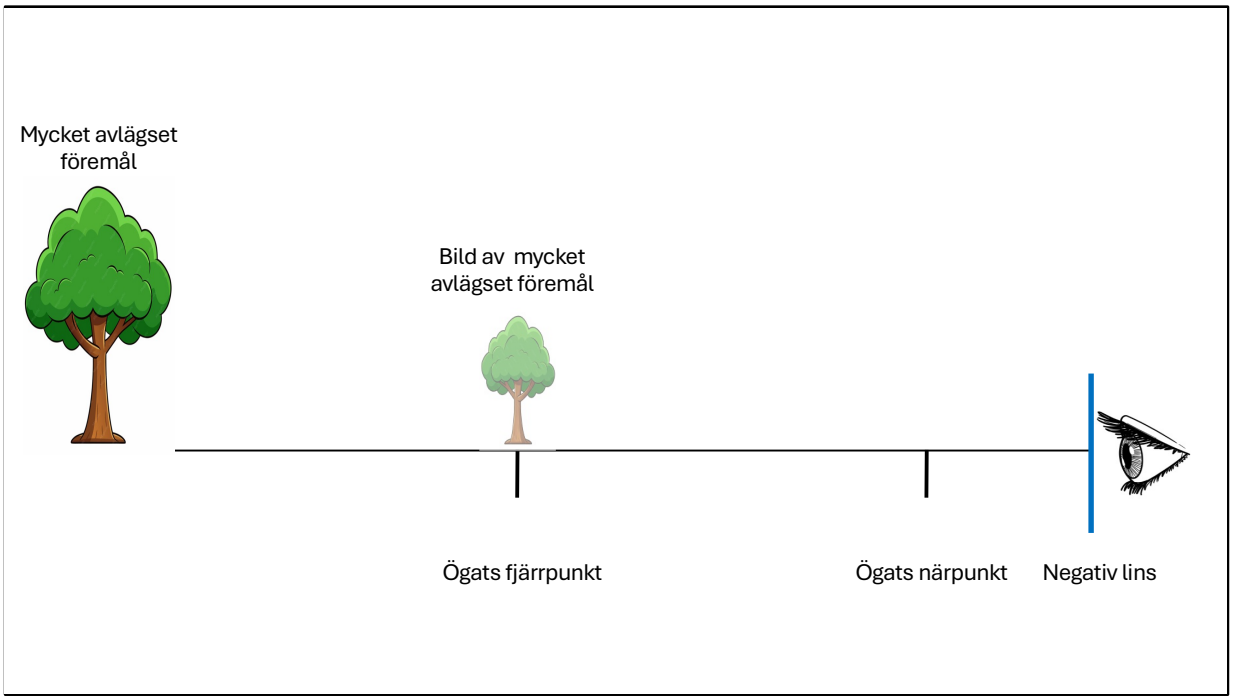
Linsen du använde i experimentet kallas för en positiv lins. Den är en lins som är tjockast på mitten och med vilken man (bland annat) kan skapa bilder som kan fångas på en skärm.
Det finns, som vi just sett, **två möjligheter** att fånga bilder - en liten och en större.
När vi sätter linsen långt från föremålet dvs. nära skärmen/väggen blir bilden liten och uppochner vänd. Läget kallas **kameraläge** eftersom det efterliknar vad som sker i en kamera. I en kamera skapar vi ju bilder mycket nära linsen, på en bildsensor. Bildsensorn är liten, det vi fotograferar är stort.
Med linsen nära föremålet skapas en förstorad, uppochnervänd bild. Var har vi nytta av detta? Jo i en projektor. Där har vi en bildsensor som skapar en bild av t.ex. din powerpoint. Bildsensorn är då det föremål som avbildas. Bilden blir uppochnervänd (därför måste bildsensorn sitta uppochner) och förstorad. Läget kallas alltså för **projektorläge**. Alla kameror och projektorer har positiva linser/linssystem.
Negativ lins. När vi försöker skapa en bild på en skärm med hjälp av en negativ lins ser vi att detta inte går. En negativ lins **kan** skapa bilder, men bara **virtuella** bilder. Samma typ av bild som vi ser när vi tittar oss i en spegel. (Kom ihåg att en virtuell bild inte kan fångas på skärm och är en bild som skapas där ljusstrålarna

inte utbreder sig.)
När vi använder glasögon är det just den typen av bilder vi tittar på. Glasögonen skapar bilder som ligger **på samma sida** om linsen som föremålet gör - så att vi kan titta på dem. Glasögonens uppgift är att skapa bilder på de avstånd som våra ögon kan se tydligt/skarpt på.
Låt oss titta lite närmare på detta. Vi börjar med negativa linser eftersom det är detta de flesta barn och ungdomar har i sina glasögon.

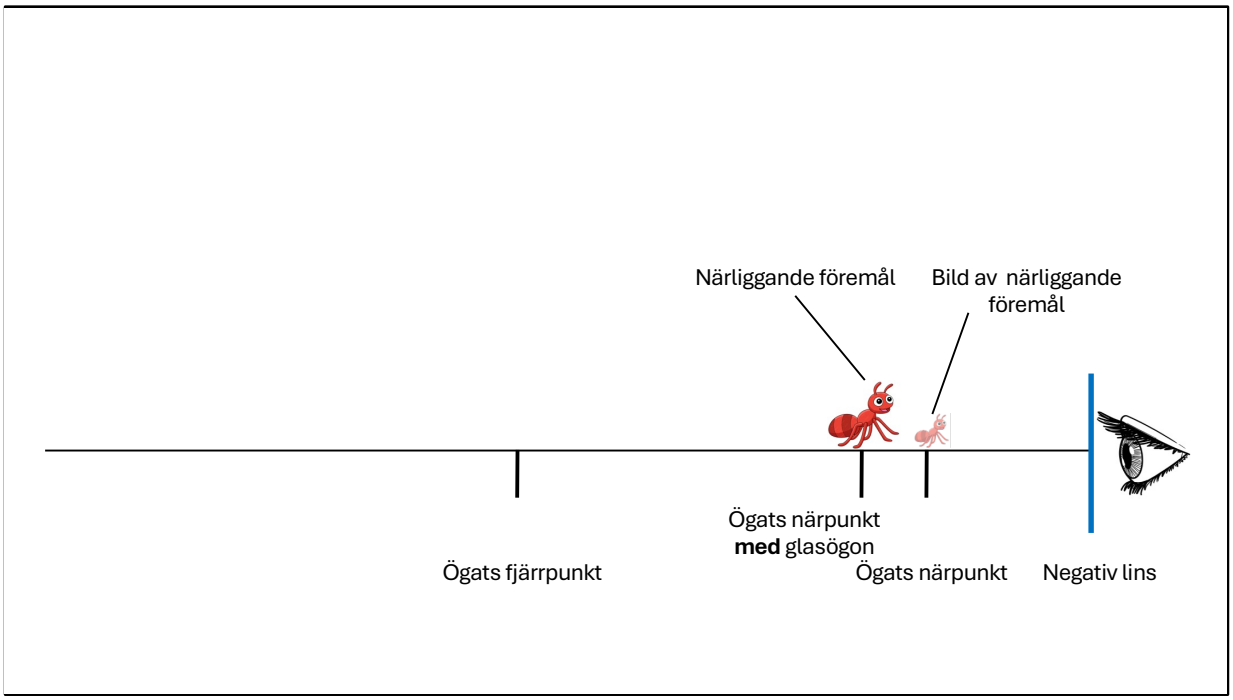
Närsynt öga



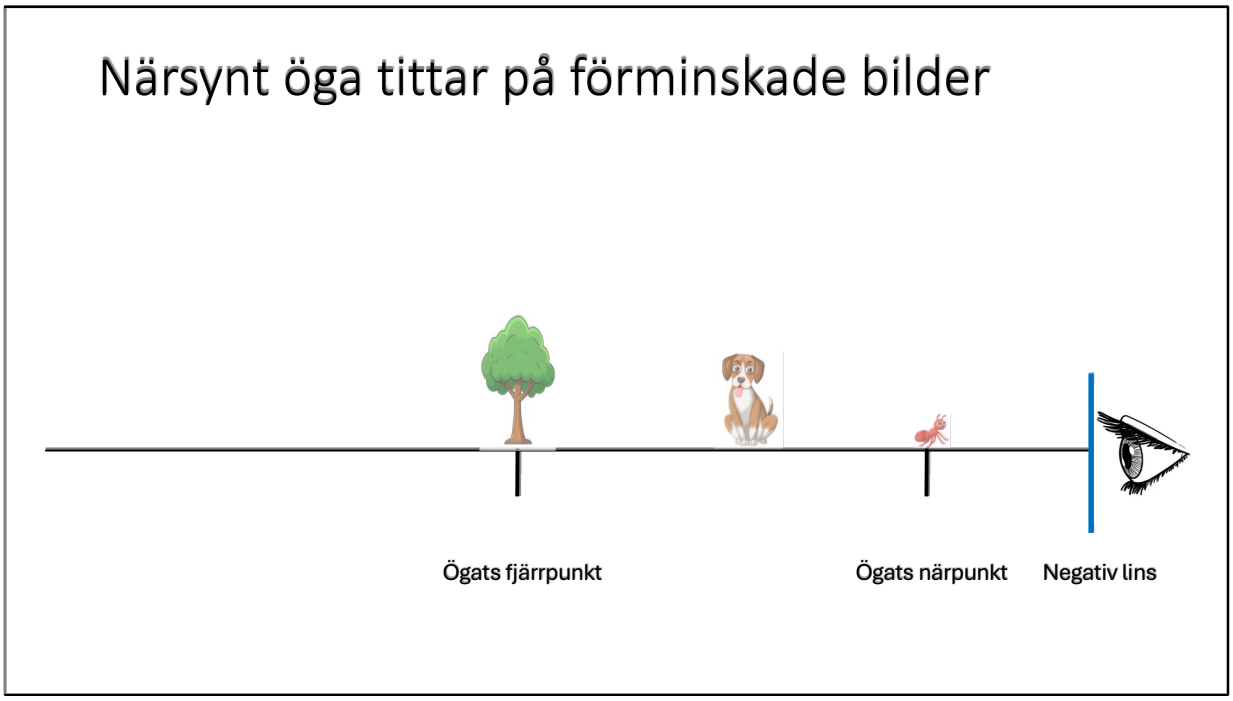
Ögats **fjärrpunkt** är det **längsta avstånd** från ögat som du ser skarpt och tydligt på. Är du närsynt ligger denna punkt oftast mindre än en meter från ögat. Ögats **närpunkt** är det kortaste avstånd från ögat som du ser skarpt och tydligt på. För en närsynt person ligger denna punkt typiskt bara en 10-15 cm från ögat.
Prova: Var är din närpunkt? Fjärrpunkt?
För att en närsynt person ska se allting - både avlägsna och näraliggande föremål - skarpt måste, alla bilder som ett par glasögon skapar, befinna sig mellan närpunkt och fjärrpunkt. Är man närsynt behöver man då en negativ lins. Denna skapar förminskade och rättvända bilder som ligger inom synområdet. Nästa bild visar principen för ett avlägset föremål.



Glasögonlinserna skapas så att ett mycket avlägset föremål avbildas i ögats fjärrgräns, dvs flyttas närmare ögat. Som du ser blir bilden alltid rättvänd och förminskad.

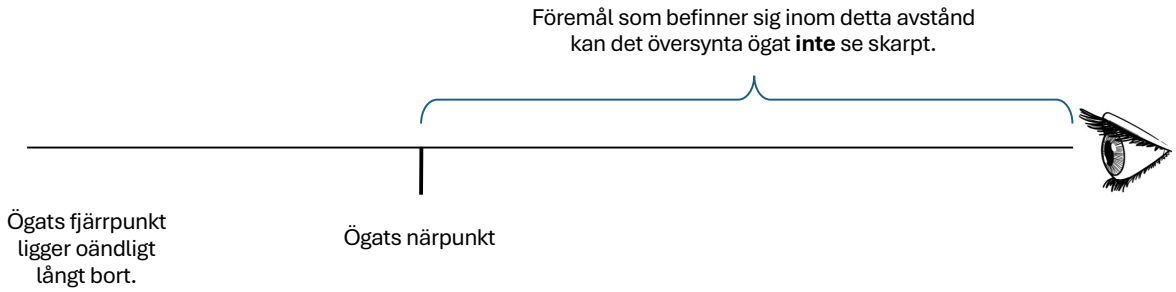


För att en närsynt person ska se ett näraliggande föremål skarpt, måste **bilden** av det ligga i närpunkten. Eftersom den negativa linsen alltid skapar bilder **närmare** ögat, kommer den närsynta personen inte att kunna hålla föremålet lika nära ögat som utan glasögon. **Med glasögon** ligger alltså närpunkten lite längre från ögat än utan glasögon. (Därför tar närsynta personer ofta av sig glasögonen när de tittar på små saker på nära håll.)



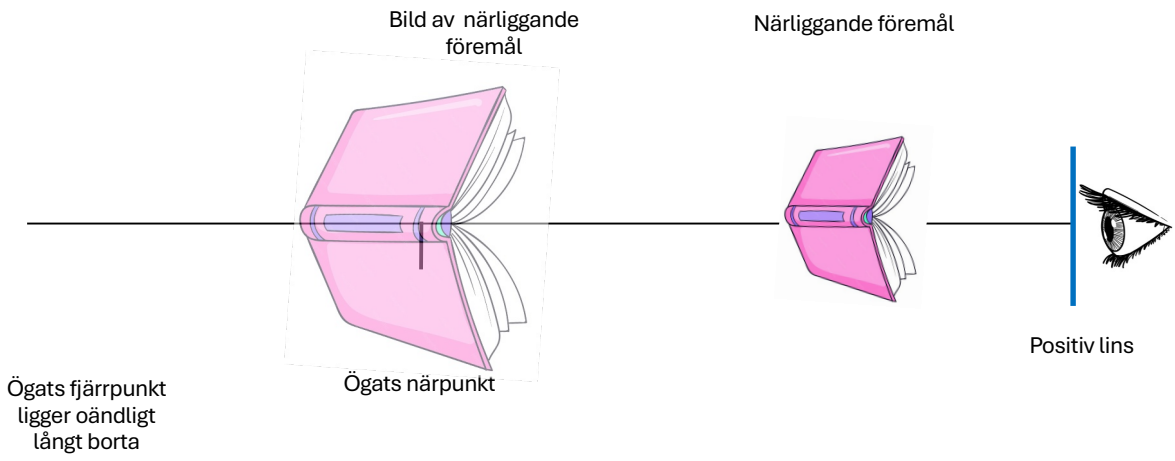
Allt som en närsynt person ser genom sina glasögon är förminskade bilder av verkligheten!

Översynt öga



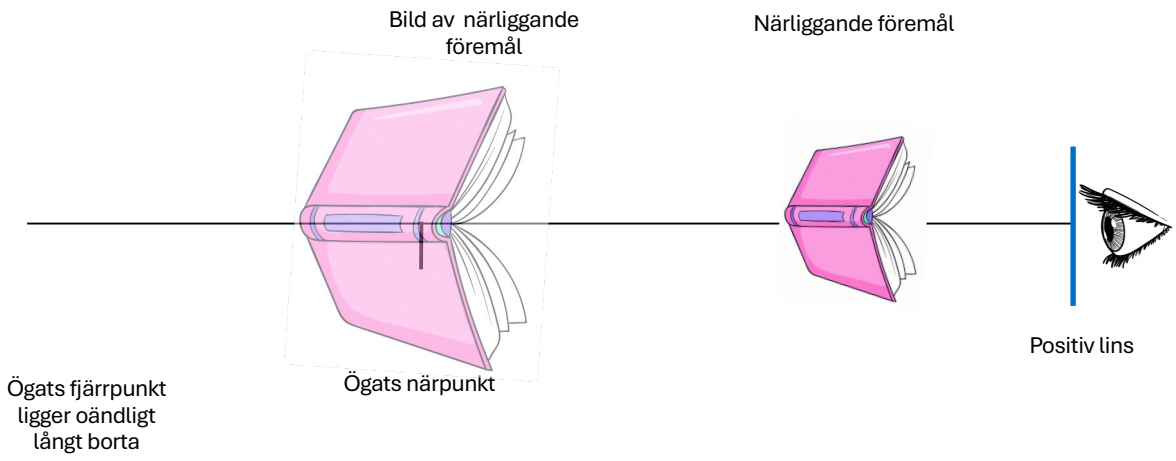
Om man då är översynt - vilket de flesta av oss blir med åldern - behöver man glasögon för att se på nära håll. Vi kallar det ofta för att vi behöver **läsglasögon**. En äldre människa har sin närpunkt långt från ögat (”armarna räcker inte till”) ofta typiskt en meter bort. Fjärrpunkten ligger däremot oändligt långt bort så en översynt person ser bra på långt håll utan glasögon.

Översynt öga



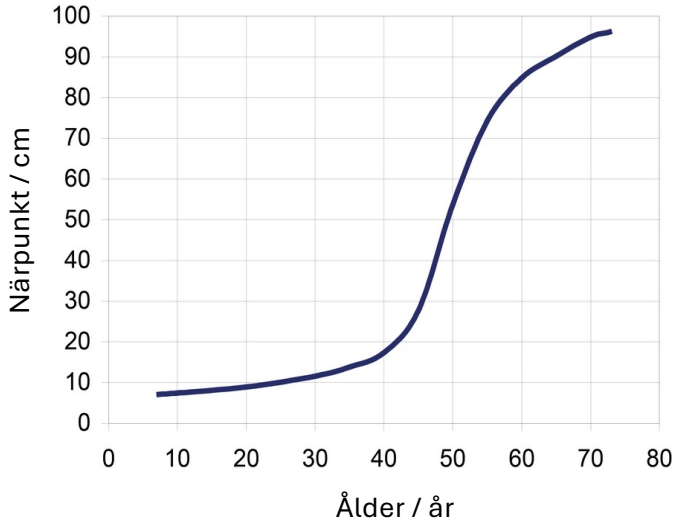
Positiva linser används för att skapa bilder av föremål som man måste hålla nära sig, t.ex. en bok, en stickning, en skruvmejsel. Glasögonen, alltså positiva linser, ska då skapa en bild **längre bort** från ögat. Håller du en bok på bekvämt avstånd - säg 40 cm - och du har din närpunkt 1 meter från ögat, ska glasögonen skapa en bild av boken 1 meter från ögat.

Observera att det översynta ögat inte kan se avlägsna föremål skarpt med en positiv lins



Nackdelen med att använda positiva linser som glasögon blir att **med** glasögonen ser personen inte bra på långt avstånd. Därför åker ett par läsglasögon ofta av och på hos en äldre person! Vill man slippa detta besvär är man hänvisad till s.k. **progressiva glasögon** som successivt övergår från att vara positiva (läsglasögon) till mer negativa (eller helt neutrala) för seende på långt håll.

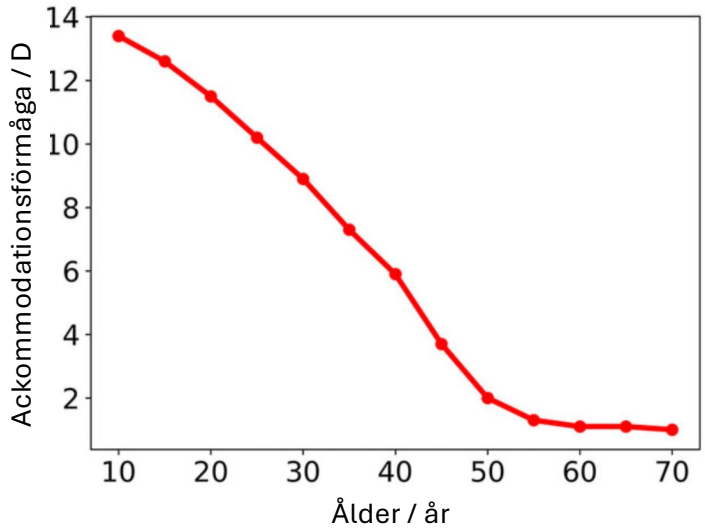
Närpunktens förflyttning med ålder



"Nearpoint" by Hans Strasburger is licensed under CC BY-SA 4.0.

Grafen visar hur närpunkten flyttas med åldern. Vi ser här att allt börjar falla samman i 40-års åldern. Och även om inte alla upplever detta så starkt, upplever man nästa fenomen:

Ackommodationsförmågans förändring med ålder



A. Duane, "Studies in monocular and binocular accommodation with their clinical applications," Am. J. Ophthalmol., vol. 5, no. 11, pp. 865–877, 1922.

Att ögats flexibilitet, förmågan att ändra linsens buktighet (=ackommodationen), avtar med åldern.

LUNDS
UNIVERSITET
Tack för visat intresse!
https://www.nrcf.lu.se
lena.claesson@fysik.lu.se, elisabeth.nilsson@fysik.lu.se