Lärarhandledning

Modul 3

Linser och Teleskop

Linser är en optisk grundkomponent. Att förstå hur linser fungerar är inte alltid trivialt!
Linsers har en stor variation på användningsområden. Ett av användningsområdena är teleskop, som gör det möjlighet att titta på himlakroppar. I den här modulen kommer eleverna att experimentera med linser och själva få upptäcka intressanta effekter.

Sammanfattning: Eleverna kommer att lära sig hur konkava och konvexa linser sprider samt samlar ljus. De kommer även att bygga sina egna Galilei- och Keplerteleskop, för att kunna se föremål på långt avstånd.

Modulen består av ett arbetsblad:

- Ljusets väg arbetsblad

Nivå: Högstadiet

Tidsåtgång: Kapitlet är beräknat för en ca 40 min lektion.

Förkunskaper:

- Baskunskaper om linser (konceptet)
- Konkav och konvex lins

Lärandemål:

- Hur olika linser samlar och sprider ljus
- Vad ”brännpunkt”(fokalpunkt) är
- Skillnaden mellan reell och virtuell bild
- Hur man bygger två typer av teleskop
- Hur man beräknar förstoringen av teleskop
- Begreppet synfält

Färdigheter:

- Grupparbete
- Arbeta med linser och stråldiagram
- Sätta upp sina egna experiment
- Koppla samman observationer med teorier

Modulen innehåller:

- 1 arbetsblad
- 1 faktablad

Kapitel 1| Ljusets väg
Förslag till lektionsupplägg

Eleverna ska studera konkava och konvexa linser för att lära sig hur linser samlar och sprider ljus. Eleverna kommer även att lära sig om reella och virtuella bilder.

Disposition i [min]	**Aktivitet**	**Material**
0-20	Grupparbete: *Upptäcka hur olika linser fokuserar ljus *Observera olika bildegenskaper *Skapa och fyll i en tabell	3 linser (+30 mm, -30 mm and +150 mm brännvidd) LED modul *Föremål ni måste tillhandahålla* Ett föremål att titta på (t.ex. en kapsyl eller en smiley ritad på papper.)
20-35	Bygga Galilei- och Keplerteleskop	
35-40	Klassdiskussion om resultaten	
Läxa	Ingen	

Beskrivning av föreslagen lektion

I uppgift 1) Börja lektion med att låta eleverna själva ”undersöka” hur linserna fungerar. Be dem att skriva ner sina observationer i en tabell liknande den i uppgift 1 på arbetsbladet ”Ljusets väg”.

Huvudsyftet med övningen är att de kvalitativt ska analysera bilderna som linserna skapar. För den här uppgiften/experimentet är det bäst om eleverna använder ett föremål som har en tydlig riktning. Det för att man lätt ska se om bilden är upp- och nedvänd eller ej. Exempel på föremål kan vara, en kapsyl med text eller en tecknad smiley på ett papper.

När eleverna är klara med uppgiften ska de summera egenskaperna för varje lins. Liknande tabellen nedanför, om bilden är rättvänd eller upp- och nedvänd, större eller mindre m.m.

Typ av lins	**Brännvidd (fokallängd)**	**Föremålets position**	**Bildavstånd**	**Bildriktning**	**Bildstorlek**
bikonvex	+30 mm				
bikonvex	+150 mm				
bikonkav	-30 mm				

Eleverna ska även ”undersöka” vad brännpunkt och brännvidd är samt hur de påverkar bildens utseende. Det är bra att låta eleverna testa vad som sker med bilden om föremålet placeras på, nära eller långtifrån brännpunkten.

Eleverna kommer att ställa frågor under övningen. Två frågor som eleverna kan komma att ställa:

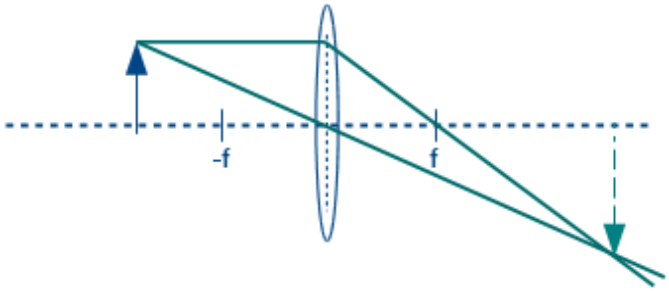
- Vad som sker när ett föremål är väldigt nära en konkav lins?
- Varför är bilden rättvänd när föremålet är nära den konvexa linsen?

Lämna frågorna än så länge och låt eleverna fortsätta vidare till nästa uppgift, där de kommer att hitta svaren. Spar frågorna till slutet av lektionen och ta upp dem under klassdiskussionen.

Reella och virtuella bilder

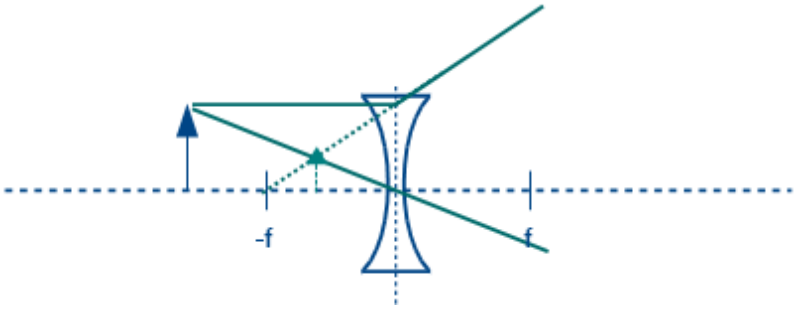
I uppgift 2) eleverna kommer att fortsätta arbeta med de bi-konkava och bi-konvexa linserna. De kommer kunna skapa en tydlig bild med den första linsen (+30 mm), men inte den andra linsen (-30 mm).

I uppgift 3) får de en förklaring till vad en reell och virtuell bild är. Du kan öka deras förståelse genom att låta dem rita stråldiagram. Två fall är beskrivna nedanför;

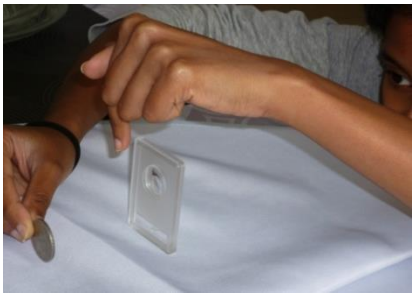


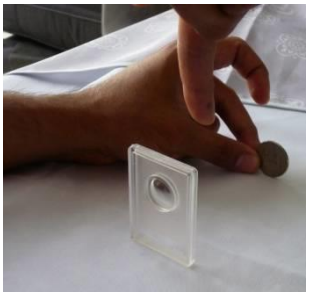
Med den bi-konvexa linsen kommer en större, reell bild att visas när föremålet är placerad >f från linsen (se bild). Den här typen av bilder kan ses på en skärm.

Med den bi-konkava linsen avbildas en mindre virtuell bild om föremålet är placerad >f från linsen (se bild till höger). Den här typen av bild kan inte fångas på skärm. Däremot kan ljusstrålarna ritas som om de skulle komma från en bild bakom linsen.

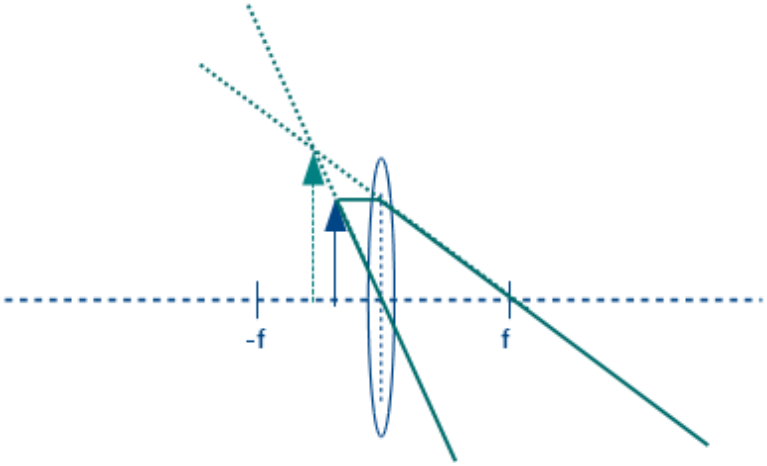


Om ni har extra tid, kan du göra ett enkelt experiment med klassen för att illustrera den här effekten. Ta den bi-konkava linsen med brännvidd -30 mm och ställ linsen på ett bord. Placera ett föremål > 30 mm bakom linsen och be en elev titta på föremålet genom linsen med båda ögonen öppna. Be dem att placera sina fingrar ovanför föremålet (där det ser ut som föremålet står). OBS! Det är viktigt att de inte ser sina fingrar genom linsen och att fingrarna är på högre höjd än linsen. Be eleven säga ”Nu” och att de håller fingrarna stilla. Be eleven titta efter var hen har sina fingrar i jämförelse med var föremålet är placerad. Om det här är gjort korrekt ska de ha fingrarna vara mellan föremålet och linsen (se bild nedanför). Där fingrarna är ska den virtuella bilden finnas.





I uppgift 4), ska eleverna arbeta med den bi-konvexa linsen för att upptäcka vad som händer om man placerar föremålet framför brännpunkten. Det kommer inte gå att avspegla en skarp bild på en skärm. Strålarna kommer att divergera om man ritar ett stråldiagram och en virtuell bild avspeglas istället.



Galileo- and Keplerteleskop

Det finns flera olika möjligheter att arbeta med uppgift 5-8 på arbetsbladet. Nedanför beskrivs två alternativ:

Alternativ 1) Historierna om Galileo och Kepler innehåller massor av intressant fakta om historiska händelser, därför kan det vara en bra idé att lägga till en historiskaspekt i lektionen. Eleverna kan lära sig varför problemen behövde bli lösta och vilken betydelse lösningarna hade för den här tidsepoken i historien.

Om ni har ont om tid kan du dela in klassen i Galileo och Kepler grupper. Låt varje grupp bara arbeta med en typ av teleskop. När grupperna är klara med att ”bygga” sina respektive teleskop får de demonstrera sitt teleskop och hur det fungerar för resten av klassen. Låt eleverna jämföra teleskopen typerna av teleskop. Eleverna borde även diskutera vilka användningsområden respektive teleskop kan vara bra för.

Alternativ 2) Dela in klassen i grupper om 2-3 personer och låt dem arbeta med frågorna 5-7 på arbetsblad 3.1 tillsammans för att bygga båda typerna av teleskop. Du kan ha en öppen diskussion där du antecknar på tavlan egenskaperna hos de båda teleskopen.

OBS! För det här arbetsbladet måste eleverna titta på ett föremål som befinner sig på långt avstånd (minst 5-6 meter bort). Idealt är att ni tittar på avlägsna byggnader ut genom fönsterna. Om det inte är möjligt, titta på en affisch tvärs genom klassrummet (för att skapa störst avstånd till bilden). Använd en affisch med bokstäver för att se vilken riktning bilden har.

I uppgift 5) eleverna får diskutera om man kan bygga ett teleskop med en lins. Den här frågan kanske leder till att eleverna börjar fråga om ett förstoringsglas i huvudsak är ett teleskop, eftersom det förstorar föremål. Ett förstoringsglas är en bi-konvex lins som förstorar saker som befinner sig på en brännvidds avstånd från föremålet. Ett teleskop däremot förstorar föremål på långt avstånd och behöver minst två linser för att göra det. Slutsatsen blir att det behövs minst två linser för att bygga ett teleskop.

I uppgift 6) ska eleverna bygga ett Galileo-teleskop. Eleverna borde upptäcka att bilden är upprätt och om man kombinerar flera linser kommer synfältet att minska (så att man ser ett mindre område). Avståndet mellan linserna i ett Galileo-teleskop ska vara summan av brännvidderna ~120 mm för den här uppgiften.

I uppgift 7) ska eleverna bygga ett Keplerteleskop. Synfältet för det här teleskopet kommer att vara större men bilden kommer att vara upp- och nedvänd. Avståndet mellan linserna för att se en skarp bild bör som tidigare vara summan av brännvidderna ~180 mm för den här uppgiften.

Uppgift 8) eleverna ska beräkna förstoringen av sina teleskop med hjälp av formeln som finns på arbetsbladet. De borde upptäcka att båda teleskopen har samma förstoring, men att Keplers teleskop ger ett negativt tecken. Vilket betyder att bilden blir upp- och nedvänd.

Bakgrundsinformation

Lite intressant historia om Galileo och Kepler

Galileos fullständiga namn var Galileo Bonaiuti de ‘Galilei. Han föddes i Pisa 1564 och var en känd fysiker, matematiker, astronom och filosof som kom att spela en stor roll i den vetenskapliga revolutionen. 1598 fick han en professur vid matematik i Pisa universitet. 1592 flyttade han till universitet i Padua, där han undervisade i geometri, mekanik och astronomi framtill 1610. Under den här perioden gjorde Galileo betydande upptäckter både inom grundläggande vetenskap (kinematik och astronomi m.m.) liksom inom tillämpningar (materialstyrka och förbättringar av teleskop m.m.). Han hade ett flertal intressen, däribland astrologistudier. Under den här tidseran var astrologi förenat med matematik och astronomi. Galileo kanske mest är känd för sitt stöd till den heliocentriska världsbilden, med solen i centrum och inte jorden.

1609 gjorde Galileo betydande förbättringar på det första teleskopet, som Hans Lippershey hade konstruerat året innan. Galileo tillverkade teleskop med tre till trettio gånger förstoring. Under en period var han den enda som kunde tillverka teleskop tillräckligt bra för att kunna observera himlakroppar på natthimlen. 1610 observerade Galileo tre av Jupiters fyra galileiska månar, vilket skapade en revolution inom astronomin. Observationen stred mot teorin om att alla himlakroppar kretsar kring jorden. Galileo fortsatte att studera månarna de närmsta 18 månaderna och i mitten av 1611 hade han gjort förbluffande noggranna uppskattningar av deras omloppstid – en bedrift som Kepler trodde var omöjlig.

Bland många av sina upptäckter, var Galileo bland annat först med att upptäcka Venus faser. Den upptäckten tillsammans med observationen om att månar kretsar kring planeter, bidrog starkt till bytet från en geocentrisk världsbild (placera jorden i universums centrum) till en heliocentrisk världsbild.

Johannes Kepler född 1571, var en tysk matematiker, astronom och astrolog. Han var en av huvudpersonerna i 1600-talets vetenskapliga revolution. Han är kanske mest känd för Keplers lagar som beskriver planeternas/ himlakroppars rörelser. Kepler levde i en tid då det inte fanns någon distinkt skillnad mellan astronomi och astrologi, men det fanns en väsentlig uppdelning mellan astronomi och fysik. Kepler tog även upp religiösa argument och resonemang i sitt arbete. Han hade en stor kärlek till astronomin. När han var sex år såg han den stora kometen 1577 och vid nio års ålder beskådade han en månförmörkelse.

1601 började Kepler arbeta för Tycho Brahe. Kepler efterträdde Brahe som kejserlig matematiker under 11 år. Han arbetade intensivt för att hitta orsakerna till eklipser, inversa kvadratmetoden (avståndsmätning med hjälp av ljusstyrkan), reflektionen från en platt eller böjd spegel och principen för hålkamera.

Han studerade systematiskt 1604 års supernova, fortsatte på Brahes verk och tog fram de tre lagarna om planeternas rörelse som vi idag känner till:

- Planetbanorna är ellipser med en stjärna i ena brännpunkten.
- Varje planet rör sig längs sin elliptiska bana med en sådan hastighet att en linje från planeten till solen ("radius vector") alltid sveper över en lika stor area på samma tid.
- Planetens omloppstid i kvadrat är proportionell mot halva storaxeln i kubik.

Efter att ha hört talas om Galileos observationer med sitt teleskop, började Kepler också arbeta med teleskop och upptäckte om man använde två konvexa linser gav det en mycket större förstoring än Galileo-teleskopet.

Reflekterande teleskop

Ett reflekterande teleskop (även kallat reflektor) är ett optiskt teleskop som använder en eller en kombination av speglar för att reflektera ljus och skapa en bild. Reflekterande teleskop uppfanns på 1600-talet som ett alternativ till refraktor (teleskop utan speglar) som under den tiden hade stora problem med kromatisk ”aberration”. Även om reflekterande teleskop ger upphov till andra typer av optiska aberrationer (avbildningsfel), kan de konstrueras med väldigt stora objektiv . Det är bara speglarna som behöver putsas för att ett stort objektiv ska fungera, medan en refraktor kräver perfekt slipning av linsen. Nästan alla stora teleskop som används för forskning inom astronomin är reflektorer. Isaac Newton har generellt fått äran för att bygga det första reflekterande teleskopet år 1668. Teleskopet använde en sfärisk formad jordartsmetall som primärspegel och en mindre platt spegel diagonalt monterad. Den här typen av optisk uppställning har blivit känd som Newtonteleskop.

Eftersom primäraspegeln samlar allt ljus till en gemensam punkt framför sin egen reflekterande yta, har nästan alla reflekterande teleskop utformats med antingen en sekundärspegel, filmhållare eller detektor nära brännpunkten. Däremot hindrar de till en del ljuset att nå fram till primära spegeln. Utöver minskningen av ljustillflöde, orsakar de också en försämring av kontrasten, på grund av diffraktionseffekter.

Användningen av speglar tar bort kromatisk aberration, men skapar andra typer av aberrationer. En enkel sfärisk spegel kan inte samla allt ljus från ett avlägset föremål till en brännpunkt eftersom ljusstrålarna som reflekteras nära kanterna inte sammanfaller med ljusstrålarna som reflekteras nära centrum på spegeln. Defekten kallas sfärisk aberration. För att undvika problemet brukar de flesta reflekterande teleskop använda en parabolisk formad spegel, så att ljuset samlas till en gemensam brännpunkt. Paraboliska speglar funkar bra när föremålet är nära centrum av bilden – när ljusstrålarna är parallella med spegelns optiska axel. Nära kanterna på bildfältet uppstår ytterligare aberrationer.

Frågor som eleverna kan ställa

Hur många linser har ett teleskop och varför?

I själva verket är inga objektiv perfekta. Det finns ett flertal problem med bilder från två-linsteleskop, till exempel är bilden böjd och har kromatisk aberration samt teleskopet kan bara skapa en skarp bild i mitten av okularet. Kromatisk aberration uppstår på grund av linserna bryter ljuset olika beroende på våglängd och frekvens. Ju högre frekvens, kortare våglängd, desto mer bryts ljuset. Därför har föremål som består av flera olika färger inte samma brännpunkt för hela färgspektrumet.

Många av problemen för teleskop har blivit lösta genom att förbättra okularet och använda flera linser. Idag är teleskopen korrigerade/konstruerade efter ljusstyrkan, färg, bildkvalitet och kontrast samt att teleskopet ska vara lätt att bära.