



OPTIK

Namn:



# Vad är ljus?

Ljus består av ljuspartiklar som kallas fotoner. Ljusenergi är fotoner. Om fotoner krockar med något kan de studsas (reflektera) eller omvandlas till värmeenergi (absorbera). Till exempel, när du solar så är det ljuspartiklar som träffar din kropp och omvandlas till värme.



Ljuset har en dubbelnatur. Ljuspartiklar kan röra sig både som vågor (likt ljudvågor) och i raka linjer (partikelrörelse). I detta avsnitt behandlas ljuset som om de rör sig i raka linjer (partikelrörelse).

Fotoner kan ha olika mycket energi. Energi-mängden hos fotonerna beror på dess våglängd. Människor kan bara se en viss typ av ljus, synligt ljus. Andra typer av ljus med annan energinivå kan du läsa om under elektromagnetisk strålning.



Det synliga ljuset brukar kallas ”vitt ljus”. Det består av flera olika färger. Du kan se dem i regnbågen (Röd, Orange, Gul, Grön, Indigo, Violet). En bra minnesregel för att komma ihåg alla färger i rätt ordning är ordet ROGG-BIV. Första bokstaven i alla färgerna.

Anledningen till att färgerna kan ses i regnbågen är att ljuset bryts i vattendroppar. De olika färgerna består av fotoner med olika energi, det vill säga olika våglängd.



I ett prisma bryts det vita ljuset och delas upp i de färger det består av. När ljuset delas kallas färgerna gemensamt för ett spektrum.

Anledningen till att du ser olika färger är att föremål absorberar färgernas våglängder olika. Ett rött föremål absorberar alla färger utom den röda våglängden. Den röda våglängden reflekteras på föremålet och in i dina ögon. Du uppfattar föremålet som rött. Något svart absorberar alla färger. Läger du ett svart föremål i solen blir det varmt snabbare än ett vitt föremål. Ljusenergin omvandlas till värmeenergi. I det vita föremålet reflekteras alla färger.

Anledningen till att du ser färger beror på att fotoner studsar på föremål och sedan in i dina ögon. Hjärnan tolkar intrycket och en bild dyker upp i huvudet. Växter absorberar alla färger utom grönt (undantag finns). Därför upplever vi växter som gröna.



## Begrepp och svåra ord:

Foton, partikelrörelse, våglängd, prisma, spektrum, absorbera, reflektera

# Reflektion

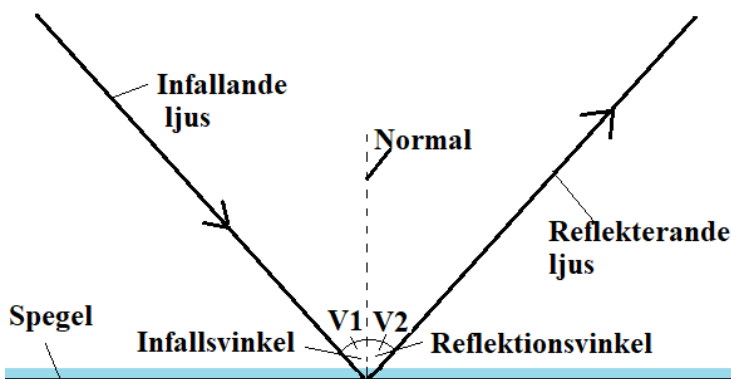
## Vanlig reflektion

När ljus studsar mot en reflekterande yta (till exempel en spegel) kallas det reflektion. Hur det reflekteras förklarar reflektionslagen.

- $V_1$  = vinkel 1 = infallsvinkel
- $V_2$  = vinkel 2 = reflektionsvinkel

## Reflektionslagen:

Infallsvinkeln är lika stor som reflektionsvinkeln.  $V_1 = V_2$



(Normalen är ingen verklig linje utan till för att enklare se att  $V_1 = V_2$ . En normal är alltid vinkelrät mot underlaget.)

Det är alltså på samma sätt som om du sparkar en fotboll snett mot en vägg. Den studsar ut med samma vinkel som den kom in. Likadant för biljardspelare som skjuter kloten i vallen.

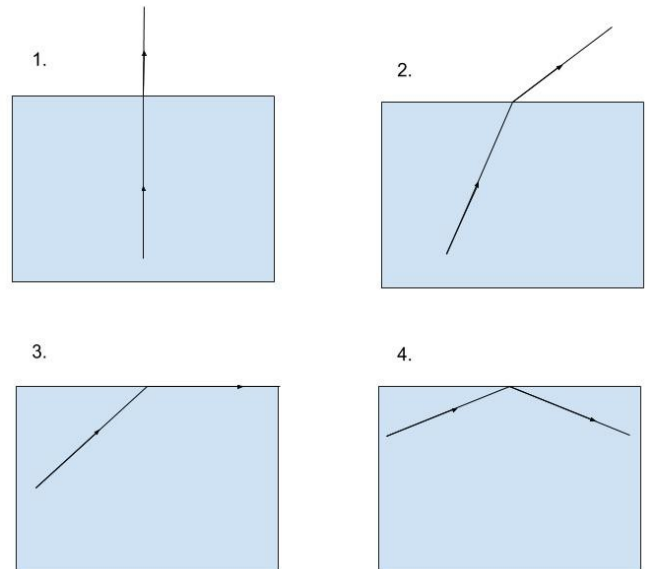
## Totalreflektion

När en ljusstråle färdas genom olika genomskinliga material så kan den ändra riktning. Det kallas att ljuset bryts. Nedan visar en bild hur ljuset bryts i fyra glasbitar.

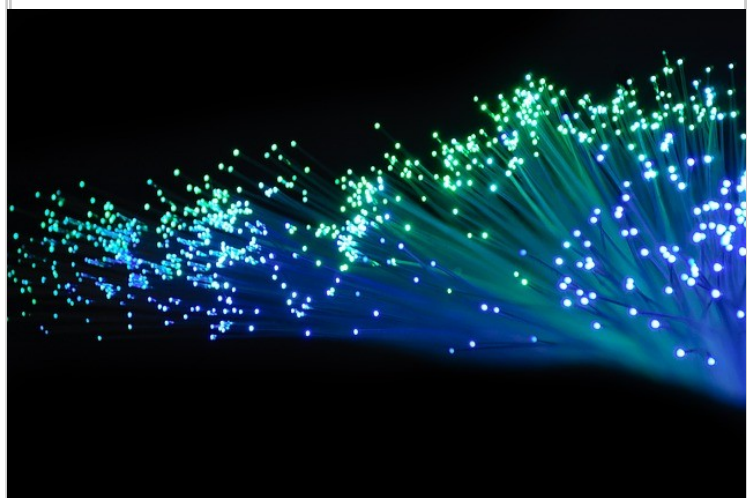
1. När ljuset faller in rakt bryts det inte.
2. När ljuset faller in snett bryts det i detta fall från normalen.

3. Första exempel på totalreflektion. Inget ljus åker igenom.

4. Infallsvinkeln är så stor att strålen inte kan brytas. Allt ljus reflekteras. Till höger ser vi totalreflektion mot undersidan av vattenytan.



Totalreflektion används i ledningar och ger blixtnsabbt Internet hemma. Tekniken kallas fiberoptik. Signalen är ljus och ljusstrålen kan inte brytas till luften utan tvingas kvar i ledningen.



## Begrepp och svåra ord:

Normal, infallsvinkel, reflektionsvinkel, totalreflektion, fiberoptik

# Konvexa speglar

Reflektionslagen fungerar bra på speglar som är platta. Spegel kan dock också vara böjda. De kan bukta utåt och de kan bukta inåt. Det gör att ljuset reflekteras annorlunda och ger både användbara och roliga effekter. Gå in i spegelhuset på Gröna Lund så förstår du.

Vanlig (plan) spegel: När det gäller speglar så är vår hjärna inte så smart. Den tror i princip att vi tittar in i en glasruta och på andra sidan glasrutan finns en enäggstvilling med exakt samma rörelsemönster som dig själv. Den förstår inte att det är ljus som har reflekterats.

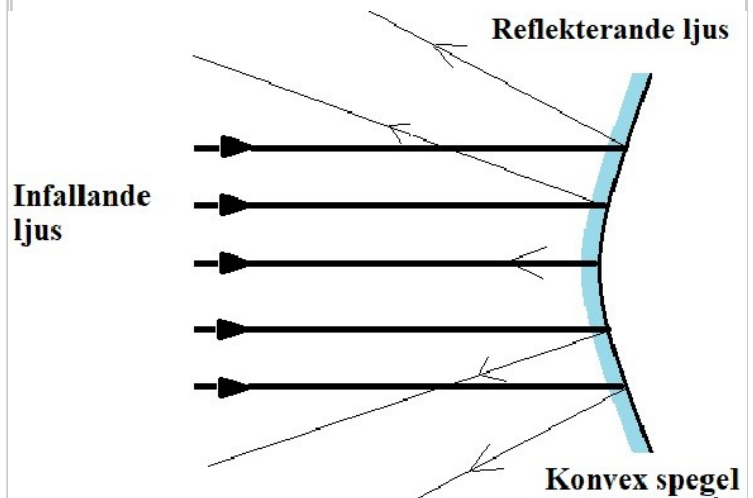
Hjärnan tror alltid att ljuset går rakt och förstår det som att ljuset kommer inifrån spegeln. Människor förstår, av andra anledningar, att det är en spegel. Alla djur gör det inte och det händer kanske att även du sprungit in i en spegel någon gång?



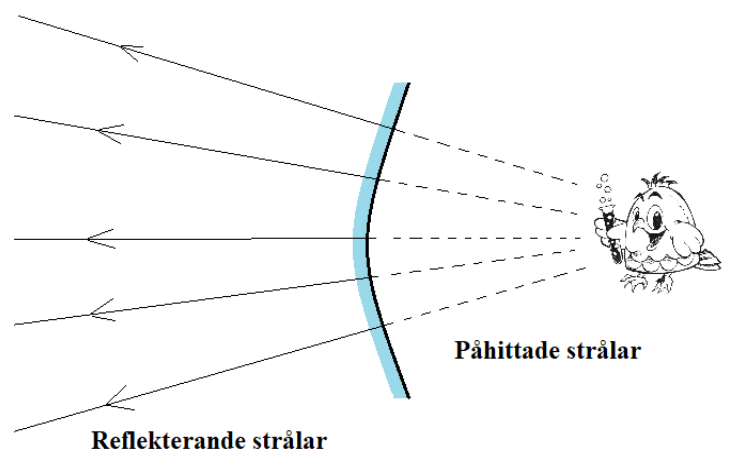
Om spegeln bukter utåt kallas den konvex. Bilden som syns i spegeln ser förminskad ut. Sådana speglar finns i affärer som har övervakning eller som trafikspeglar.

1. Parallella strålar faller in mot spegeln och reflekteras. Reflektionslagen gäller även här och gör att strålarna inte reflekteras rakt bakåt eftersom spegeln bukter. Strålarna sprids istället. På bilden ovan är den blanka spegelsidan

till vänster.



2. För tydlighetens skull ritar jag bara de strålar som reflekteras. Vår hjärna förstår inte att strålarna har reflekterats utan tror att de kommer inifrån spegeln. Om du följer linjerna bakåt, bakom spegeln, syns en förminskad bild. I en konvex spegel blir du alltså förminskad.



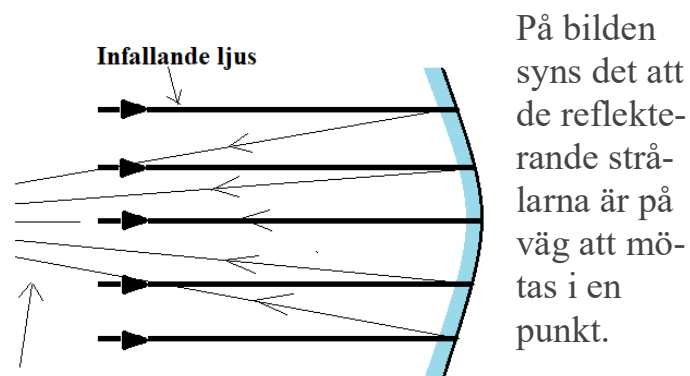
## Begrepp och svåra ord:

Konvex, parallell

# Konkava speglar

En konkav spegel är en spegel som buktar inåt, likt en sked. Om en spegel är konkav kan två saker hända. Den förstorar eller vänder din spegelbild upp och ner. Exempel på konkava speglar är sminkspeglar och badrumsspeglar.

Det som avgör egenskaperna hos spegeln är om dess fokus ligger framför eller bakom ditt öga. Fokus även kallat brännpunkt, är den punkt där strålarna möts.



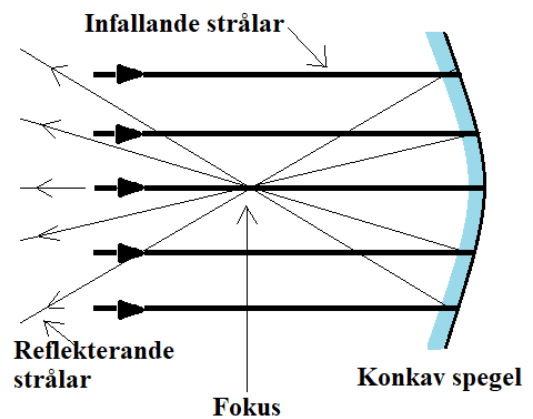
Du står mellan fokus och spegeln. Strålarna hinner inte gå ihop innan de når ditt öga. Konkava speglar förstorar och det fungerar så här:

Parallella strålar faller in mot spegeln och reflekteras, enligt reflektionslagen. Strålarna är på väg att mötas i ett fokus men i detta fall ser ditt öga strålarna innan den händelsen.

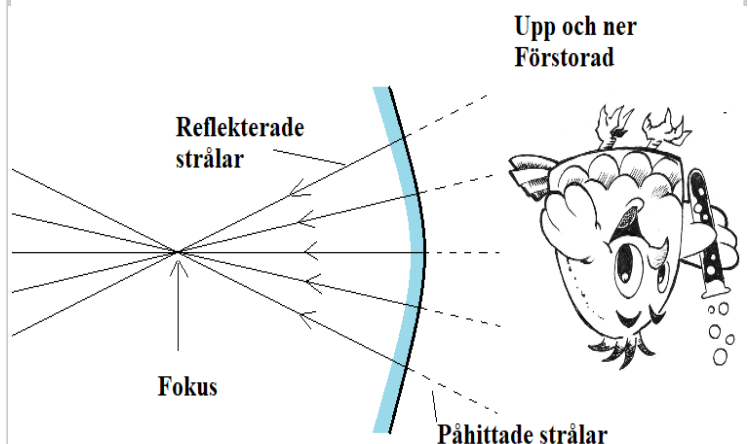
Här finns bara de reflekterande strålarna med för enkelhetens skull. Åter igen förstår inte hjärnan att strålarna reflekteras utan hjärnan tror att de kommer inifrån spegeln. Följer du strålarna bakåt in i spegeln ser du att ugglan

förstoras. Ju större krökning på spegeln desto större förstoring så länge ögat är mellan fokus och spegeln.

Här beskrivs den andra händelsen med en konkav spegel, bilden vänds. Det som krävs är att spegelns fokus är framför ögat.

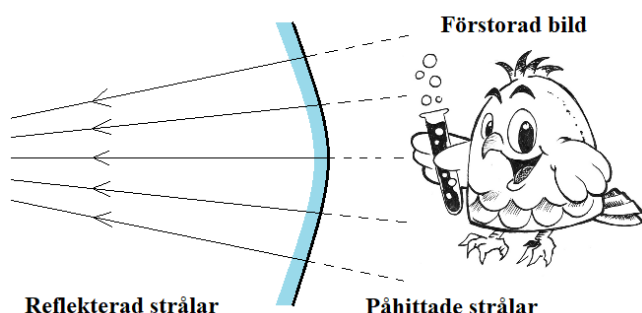


Reflektionslagen och att följa strålar bakåt gäller fortfarande. I exemplet nedan vänds alla strålar tvärtom. Den stråle som träffar ögat "överst" är längst ner på ugglan (som förstoras.) Titta i en matsked så är du upp och ner. Ifall du har en stor sked och lyckas ha den nära ögat, innan fokus, blir du rättvänd.



Begrepp och svåra ord:

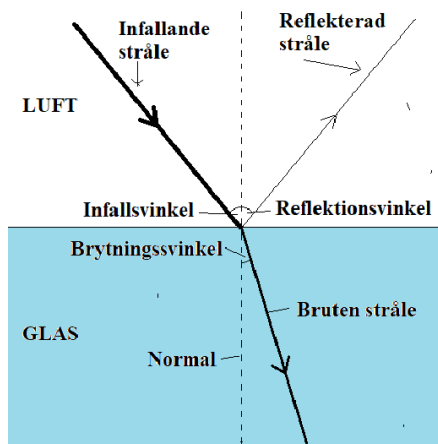
Konkav, brännpunkt, fokus



# Hur ljus bryts.

När ljus färdas genom andra genomskinliga material än luft (glas och vatten), så bryts det. Det innebär att ljusstrålen byter riktning. Ljuset bryts endast om strålen kommer in snett mot det nya materialet. Ju större vinkel desto mer bryts ljuset.

Bilden nedan visar en ljusstråle som färdas i luft och som bryts när den träffar glaset.



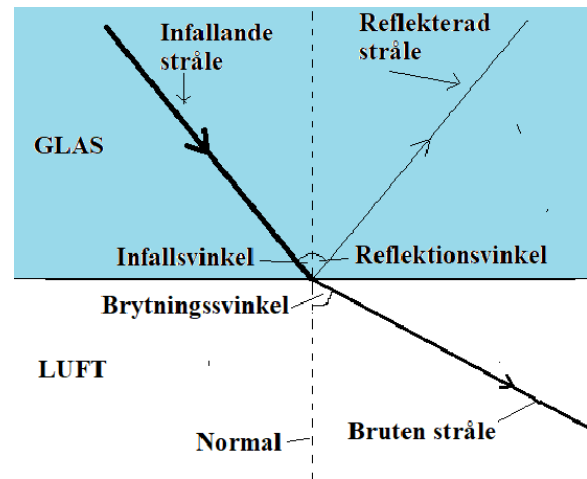
En normal är en påhittad linje som skrivs ut för att man tydligare ska se hur ljuset bryts. Normalen är alltid vinkelrät (90 grader) mot ytan.

Den tjocka strålen, som kallas infallande stråle, bryts mot normalen när den bryts genom ett material med lägre optisk täthet (densitet) till ett med högre optisk täthet. Ljusstrålen färdas i luft och bryts mot normalen när den åker in i glaset.

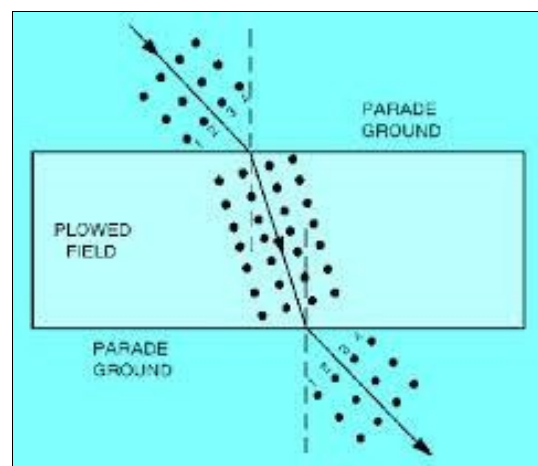
Efter att strålen brutits kallas den bruten stråle. Ofta bryts inte hela strålen utan en del av den reflekteras. Därför är "reflektionsvinkel" och "reflekterad stråle" utritad. Man kan se att strålen har brutits, genom att jämföra infallsvinkeln och brytningsvinkeln. De är olika stora.

Om ljusstrålen går från ett material med högre optisk täthet (densitet) till ett med lägre optisk täthet bryts det från normalen (Till exempel

färdas ljusstrålen i glas och bryts när den kommer till luft). Samma som ovan fast tvärtom.



Ljus bryts för att det har olika hastighet i olika material. Här kommer en klassisk förklaring.



Bilden ovan visar soldater (fotoner) som marscherar snett in mot till en leråker. Soldaternas marschhastighet minskar när de kommer in på leråkern. För att bevara den snygga räta linjen med soldater bredvid varandra, måste de ändra riktning lite mot normalens riktning. Samma sak inträffar när de sedan lämnar åkern för ett snabbare underlag.

## Begrepp och svåra ord:

Bruten stråle, brytningsvinkel, optisk täthet, densitet

# Effekter av ljusbrytning.

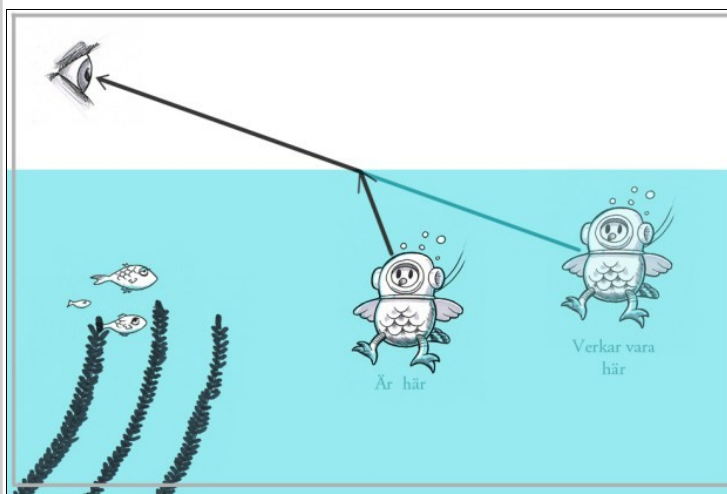
När det gäller ljusbrytning är hjärnan enkel att lura eftersom den inte förstår att ljuset bryts, utan hjärnan gör sin egen tolkning.



På bilden ovan till vänster så är det glasets krökning och vattnet inuti som gör att pennan ser ut som om den inte är rak.

På bilden ovan till höger står pennan i vatten. Det ser ut som att den är böjd men det är den naturligtvis inte. Ljuset bryts i vattnet men det förstår inte hjärnan.

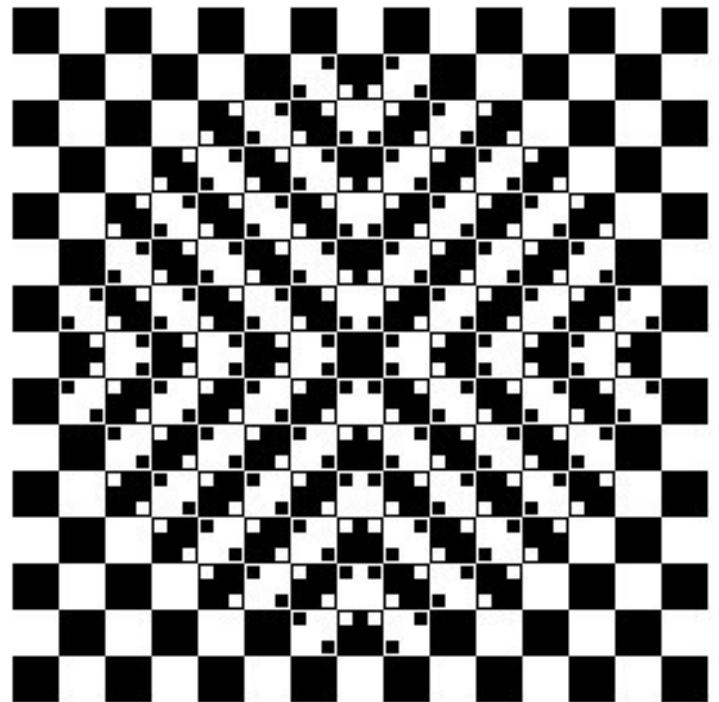
Ser du enbart ett föremål i vatten, uppifrån kommer det att verka vara längre bort och högre än vad föremålet egentligen är. Det beror på att hjärnan inte tar hänsyn till ljusbrytningen utan tänker att ljuset färdas längs en rät linje mellan föremålet och ögat.



För att se föremålet behöver ljus reflektera mot det och sedan färdas till ögat. Tänk att so-

len skiner på föremålet, ljuset reflekteras och är nu på väg till ögat. När ljuset går från vatten (tätare medium) till luft (tunnare medium) bryts det från normalen som på bilden. Alltså är föremålet egentligen på ett annat ställe än vad ögat tror. Ett "medium" är ett generellt ord för olika ämnen ljus kan färdas i.

Det är enkelt att lura ögat. Det finns många optiska illusioner som visar det. Förutom att ögat inte tar hänsyn till ljusbrytning påverkas det även av uppväxt och inläring. Är en bild ofullständig tolkar hjärnan bilden och sammanställer den själv enligt tidigare erfarenheter. Då blir det ibland tokigt. I exemplet nedan är frågan om alla rutor är lika stora. Vad tror du?



## Begrepp och svåra ord:

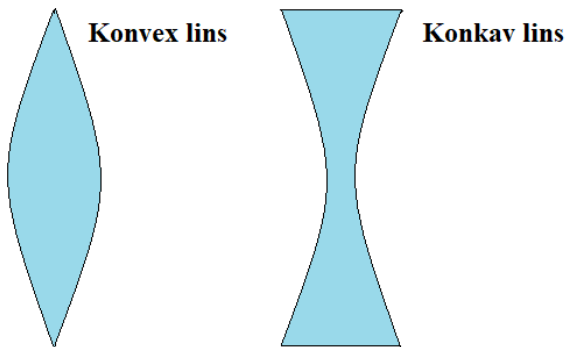
Ljusbrytning, medium, normal

# Linser

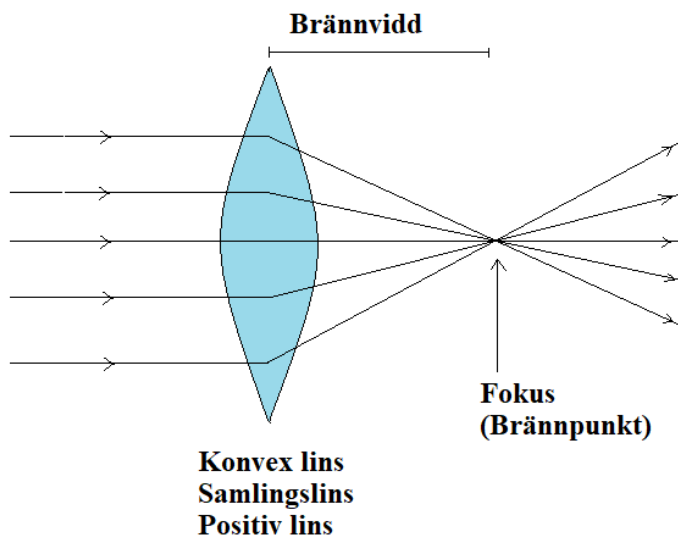
En lins är en slipad glasbit (eller plastbit) som bryter ljus (samlar ihop eller sprider ljus) på olika sätt. De används i kameror, glasögon, m.m.

Det finns två olika typer av linser.

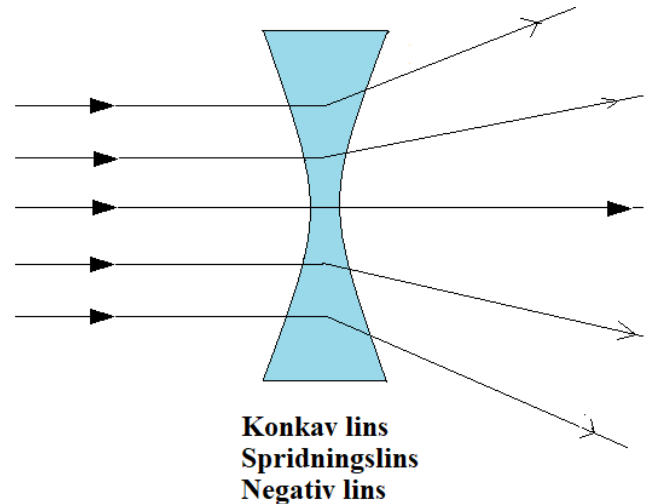
- **Konvex lins** (växer på mitten) = samlingslins = positiv lins
- **Konkav lins** (smalnar av på mitten) = spridningslins = negativ lins



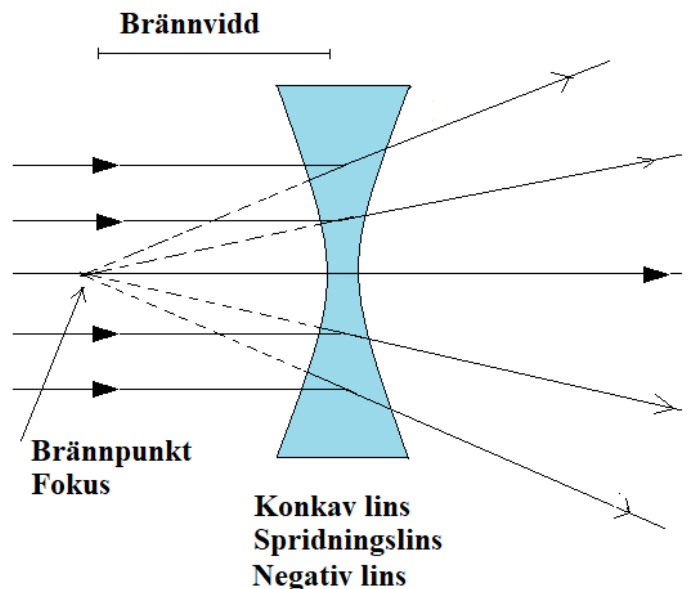
I konvexa linser samlas ljusstrålarna ihop till en punkt. Punkten kallas brännpunkt (= fokus). Avståndet från linsen till brännpunkten kallas brännvidd. Linser har alltid två brännpunkter, en på varje sida av linsen. (Strålar kan falla in mot linsen från båda håll). I brännpunkten samlas strålarna och därför blir det varmt där.



I en konkav lins sprids ljuset. Ljusstrålen i mitten, som går rakt in mot linsen, bryts inte alls. Strålen som träffar linsen på kanten bryts mest eftersom där är vinkeln mellan glaset och strålen som störst.



Även en konkav lins har både brännpunkt och brännvidd. Hur då när strålarna inte möts? Jo man följer strålarna bakåt och de kommer att sammanstråla innan linsen.

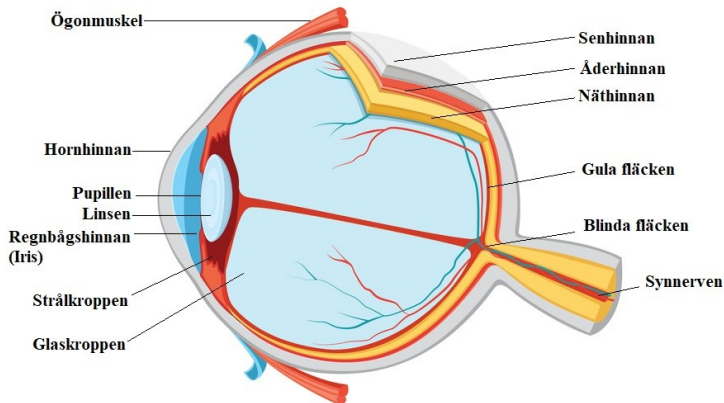


## Begrepp och svåra ord:

Lins, samlingslins, negativ lins, spridningslins, positiv lins, brännpunkt, fokus



# Ögat och synen



För att se föremål behöver ljus reflekteras på dem och sedan måste det ljuset åka in genom ögat.

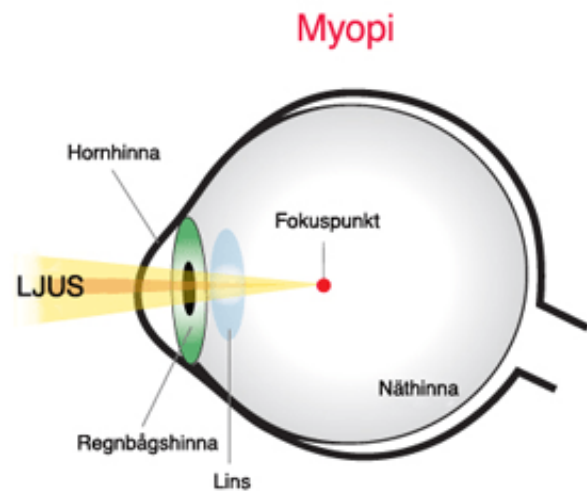
Ljuset som träffar ögat går först genom hornhinnan, sedan går det genom hålet i regnbågshinnan som kallas pupillen. Pupillens storlek ändras automatiskt av ögat, vilket gör att det kommer in lagom mycket ljus.

1. Ljuset åker genom den konvexa linsen som samlar ihop ljusstrålarna. Musklerna runt linsen kan få den att ändra form så man ser skarpt på både långt och kort håll.
2. Ljusstrålarna åker genom glaskroppen (genomskinlig gelé) och träffar sedan näthinnan. På näthinnan finns synceller: tappar och stavar. Tapparna ger färgseende. Stavarna är ljuskänsliga och gör att det går att se i svag belysning. Dock ser stavarna inte färger.
3. På den gula fläcken är syncellerna (tappar och stavar) mest koncentrerade och därför ser du skarpast där. Ljusstrålarna omvandlas från ljusenergi till elektrisk energi och skickas upp till hjärnan för tolkning. Där synnerven går ut från ögat, vid den blinda fläcken, har man inga sinnesceller.

## Problem med ögat.

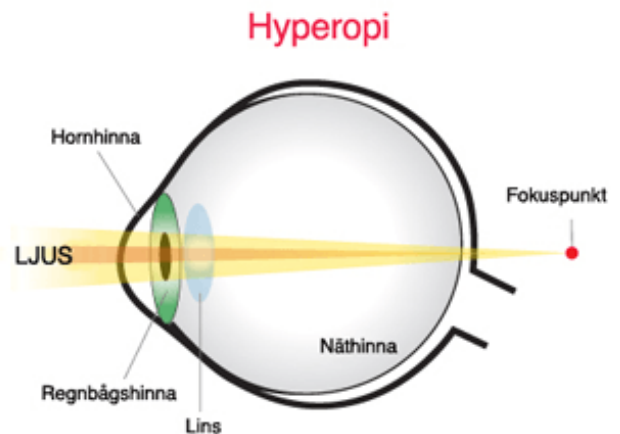
Synfel är vanligt och det handlar ofta om att

Ljusstrålarna inte bryts på ett korrekt sätt.



## Närsynthet (suddigt på långt håll):

Glaskroppen är för lång. Ljusstrålarna bryts därför före näthinnan. Här används en konkav lins framför ögat så ljusstrålarna kan spridas lite innan de träffar näthinnan.



## Översynthet (suddigt på nära håll):

Glaskroppen är för kort. Ljusstrålarna bryts bakom näthinnan. Här används en konvex lins så ljusstrålarna samlas ihop och träffar näthinnan.

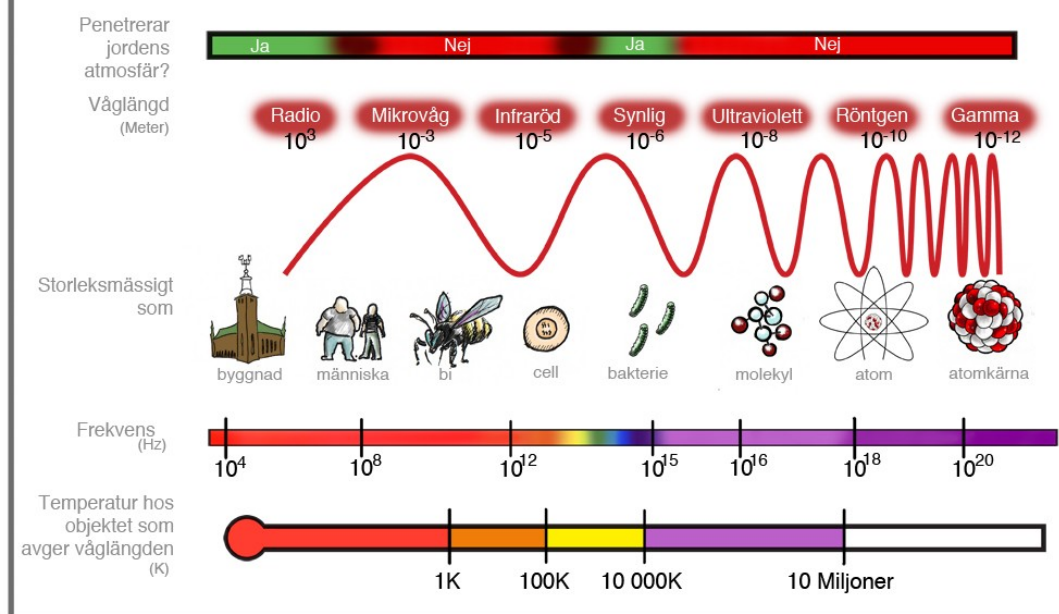
## Begrepp och svåra ord:

Hornhinna, regnbågshinna, pupill, glaskropp, tappar och stavar, näthinna, gula fläcken, blinda fläcken, närsynthet, översynthet, synnerv

# Elektromagnetisk strålning (EMS)



## Elektromagnetiskt spektrum



**Ultraviolettt strålning** – Det ultravioletta ljuset gör oss solbrända. Vårt pigment i huden ändrar färg för att skydda oss från solen som bland annat sänder ut UV-ljus. Ultraviolettt ljus kan inte passera genom glas. Det går därför inte att sola genom en glasruta. Ultraviolettt strålning används också för att se om sedlar är äkta. En del ämnen tar upp UV-ljus och sänder ut det som vanligt vitt ljus. På dansgolvet på ett diskotek

Fotoner kan ha olika mycket energi. Ju högre energi desto kortare våglängd. Människor kan bara se synligt ljus, då detta ljus har en våglängd vi kan se. Här nedan är andra typer av ljus: De med längst våglängd kommer först.

**Radiovågor** – Används för att skicka olika typer av signaler. Radio och TV fungerar med hjälp av radiovågor. En militär uppfinning, radar, använder radiovågor.

**Mikrovågor** – Mikrovågor har liknande användningsområden som radiovågor men används även i mobiler, mikrovågsugnar och GPS:er.

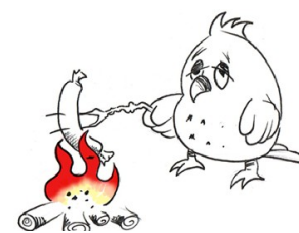
**Infraröd strålning** – Kallas också värmestrålning. Genom att mäta värmestrålning går det att se om hus läcker energi. Kan också finnas i fjärrkontroller. En IR-kamera känner av infraröd strålning och kan skapa bilder av föremål, som sänder ut värme, trots att det är mörkt.

**Synligt ljus** eller vitt ljus består av många färger. Det är dessa våglängder som människor kan se.

kan du ibland se att dina tänder blivit extra vita. Om du tvättat dina kläder med tvättmedel som innehåller optiskt vitmedel kommer det ämnet omvandla UV-ljus till synligt ljus. Din t-shirt kommer lysa i mörkret om den belyses med UV-ljus.

**Röntgenstrålning** – Används på sjukhus för att se hur skelettet ser ut. Handens mjuka delar släpper igenom mer strålning än skelettet. Därför syns skelettet på bilden.

**Gammastrålning** – Denna strålning innehåller extremt mycket energi och är direkt farlig. Den bildas vid händelser i rymden till exempel gammablixtar eller vid sönderfall av radioaktiva ämnen som i atombomber.



### Begrepp och svåra ord:

Elektromagnetisk strålning, radiovågor, mikrovågor, infraröd strålning, synligt ljus, UV-ljus, röntgenstrålning, gammastrålning, gammablixt

# Mer om ljus



## Laser

Laser används idag till en mängd olika saker. Till exempel stoppar polisen fortkörare med laserpistol och ögonläkare kan fila på hornhinnan för att bota närsynthet.

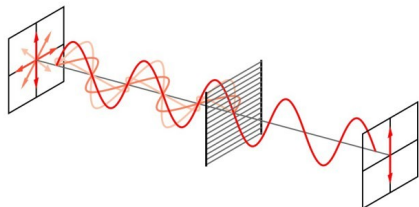
Vitt ljus (synligt ljus) innehåller alla våglängder mellan 400 och 800 nanometer. (1 nanometer = 0,000 000 001 meter) I laserljuset finns bara en färg (en våglängd) till exempel grön eller röd. Alla ljusvågor går i samma riktning och i samma takt. På så sätt koncentreras ljuset.

Belysning – Det finns flera enheter för ljus.

- Lumen—Mäter det totala ljusflödet. Det innebär också ljusstyrka.
- Candela—Mäter ljusets intensitet. Ju större intensitet desto längre räckvidd.

## Polaroidglas

Har du tröttnat på irriterande ljus från vattenblänk när du är ute på sjön eller på reflexer när du sitter i bilen? Då kan du skaffa dig ett par polaroidglasögon. De kommer att minska ljusreflexerna.



Ljus består av fotoner med olika våglängd. Våglängderna är också olika vridna. En våg kan färdas med vågtopp och vågdal horisontellt, andra har vågtopp och vågdal vertikalt och sedan finns det allt där emellan. Ett polaroidglas fungerar som ett galler. Bara våglängder som färdas i en viss riktning kommer emellan.

## Ljusets hastighet

Ljusets hastighet är 300 000 km/s (ljudets hastighet är 340 m/s). Ett ljusår är hur långt ljuset

färdas på ett år. På ett år finns det så här många sekunder: 365 dagar \* 24 timmar \* 60 minuter \* 60 sekunder.  $365 * 24 * 60 * 60 = 31\,536\,000$  sekunder. Varje sekund färdas ljuset 300 000 km. Ett ljusår =  $31\,536\,000 * 300\,000 =$  rätt många kilometer. Vår närmsta stjärna ligger ungefär 4,5 ljusår bort.

## Osynlighetsmantel

Fungerar det? Förutsättningen för att se föremål är att ljuset studsar på föremålen och sedan in i våra ögon. Om ljuset som träffar manteln inte reflekteras tillbaka kan våra ögon inte se den. Man kan tänka att ljusets åker runt manteln likt vattnet åker runt en sten i en flod. Det skulle fungera. Tyvärr får Harry lite problem med att se ut eftersom det kräver att fotoner studsar in i hans ögon. Det krävs helt enkelt magi för att det ska funka.

Stealth är en militär term. Det handlar om att så lite ljus som möjligt ska reflekteras tillbaka från en militär farkost för att undvika att synas på radarn. Radar är ett sätt att upptäcka farkoster med radiovågor. Radiovågorna sänds ut, studsar tillbaka och en bild tolkas. Om radiovågorna inte studsar tillbaka syns inte farkosten på radarn.

## Hologram

Hologram är en bild i tre dimensioner. Den finns nuförtiden på kontokort.



## Begrepp och svåra ord:

Laser, lumen, lux, candela, polaroidglas, ljusår, Stealth, hologram