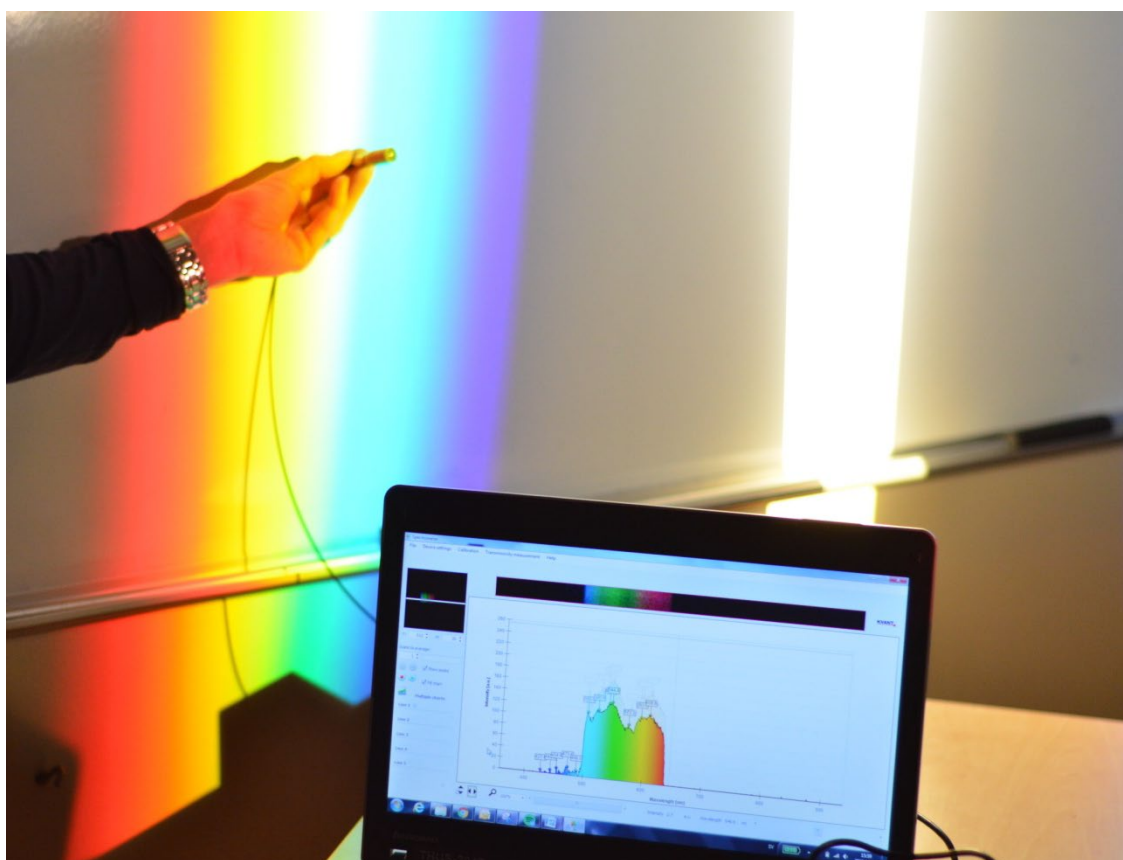


# Universum & Ljuset

Att se det osynliga UV- och IR-ljus

Lärarhandledning & aktiviteter (åk 7 – gymnasiet)



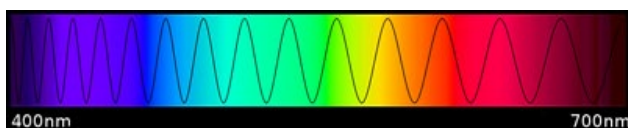


## Information till läraren

### Att se det osynliga

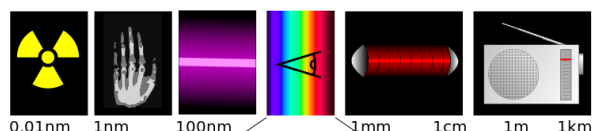
#### Inledning

Vi kan studera stjärnor och himlakroppar med teleskop och kikare tack vare det ljus som de sänder ut respektive reflekterar. När vi pratar om ljus menar vi oftast synligt ljus. Ljus är en form av elektromagnetisk strålning (ems). Våglängden hos ems kan variera stort. Det synliga ljuset har en våglängd mellan 390 och 770 nanometer. Olika våglängd uppfattas som olika färger för ögat. Rött har längst våglängd och violett kortast.



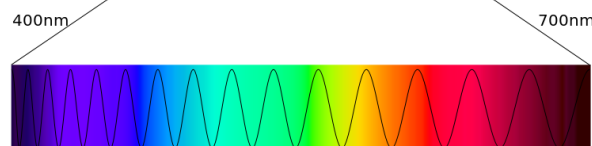
Den ems som utgörs av det synliga ljuset är dock bara en liten del av all ems runt omkring oss. Ems med kortare våglängd än synligt ljus är t.ex:

- Ultraviolett ljus (100-400 nm)
- Röntgenstrålning (0,01-10 nm)
- Gammastrålning (0,0001-0,01 nm)



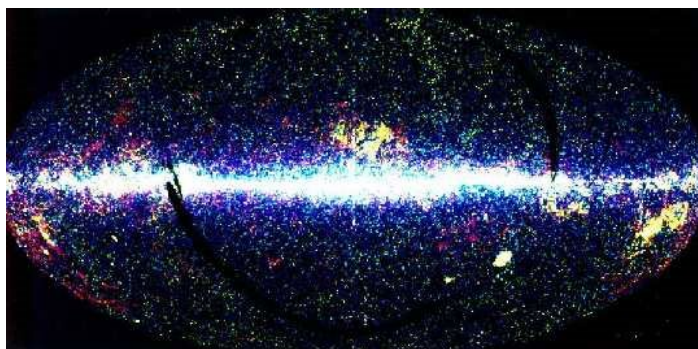
Ems med längre våglängd än synligt ljus:

- Infrarött ljus (700nm – 1mm)
- Mikrovågor (1mm – 1cm)
- Radiovågor (1cm – 1km)



#### Infrarött ljus och astronomi

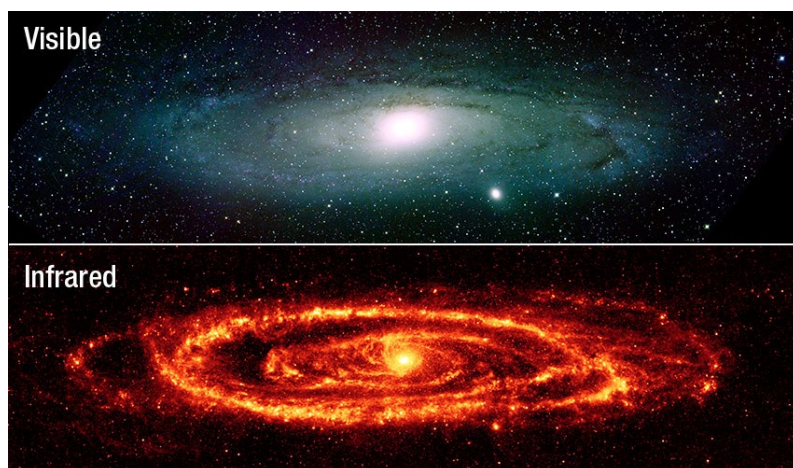
Universum sänder ut enorma mängder av information i form av elektromagnetisk strålning (eller ljus). Mycket av denna information är infrarött ljus. Det mesta IR-ljuset stoppas av vår atmosfär men sedan 1980, när den första IR-satelliten IRAS sändes upp i rymden, har vi ökat antalet astronomiska observationer avsevärt.



## Upptäcka det dolda universum

Många områden i rymden är dolda för optiska teleskop på grund av mycket gas och dammpartiklar. Infrarött ljus har en längre våglängd än synligt ljus och kan därför tränga igenom dessa områden.

Det här betyder att vi kan studera objekt som vi inte kan se med vanliga teleskop. Se bara på bilden av galaxen Andromeda fotad av NASA:s teleskop Spitzer med vanlig kamera respektive infrarödkamera.



## Upptäcka kalla objekt

Många objekt i universum är för kalla och för svagt lysande för att de ska gå att upptäcka med vanligt ljus. T.ex. är det synliga ljuset från en avlägsen planet dold av ljuset från stjärnan som den cirkulerar runt. Men med hjälp av infrarött ljus kan man göra det möjligt att upptäcka avlägsna planeter eftersom planeter sänder ut betydligt mer ir-ljus än synligt ljus.

## Upptäcka det tidiga universum

Sedan Big Bang har universum utvidgat sig och ju längre bort stjärnor och galaxer är från oss desto snabbare rör de sig. När ett objekt rör sig bort från oss ökar våglängden av det ljus det sänder ut på samma sätt som när en tutande bil passerar. Då sjunker tonläget precis när bilen passerar pga att våglängden ökar när den rör sig från oss.

Ljuset från en avlägsnande stjärna får alltså allt längre våglängd och går därmed allt mer mot det röda och infraröta. Det här betyder att enda sättet att studera de mest avlägsna planeterna är att studera det infraröda ljuset.

## Studera det vi redan ser

Genom att studera det infraröda ljuset från objekt som även går att se med synligt ljus kan vi få veta mer om dem.

## Aktivitet 1 [åk 7 - gy]

### Upptäcka infrarött ljus med mobiltelefon

#### Material:

Infraröd fjärrkontroll, t.ex. till TV, projektor etc

Mobiltelefon med kamera (utan ir-filter)

#### Instruktioner

- Tryck på fjärrkontrollens startknapp och titta in i fjärrkontrollens "öga".
- Kan du ses något ljus?
- Starta mobiltelefonens kamera och rikta den mot fjärrkontrollens öga samtidigt som du trycker på startknappen. Titta på mobiltelefonens skärm. Vad ser du?

#### Förklaring

Mobilkameran, och alla andra digitala kameror, har en så kallad CCD-sensor som omvandlar ljus till elektriska laddningar. Sensorn är inte bara känslig för synligt ljus utan kan också registrera infrarött ljus. Det visas sedan som vanligt ljus på mobilens skärm. Att det inte visas som rött ljus, vilket vore mest naturligt, är pga kamerans elektronik.

En del kameror har ett infraljusfilter vilket gör att infraljuset inte syns på skärmen.

Två av 2009 års nobelpristagare i fysik, [Willard Boyle](#) och [George Smith](#), fick priset för sitt arbete med framtagandet av CCD-sensorn.



Ögat och kamera *med* ir-filter visar inget ljus



Kamera *utan* ir-filter registrerar ljus och visar det som synligt ljus på skärmen

## Aktivitet 2 [åk 7 - gy]

### Undersöka synligt och infrarött ljus

#### Material

OH-projektor

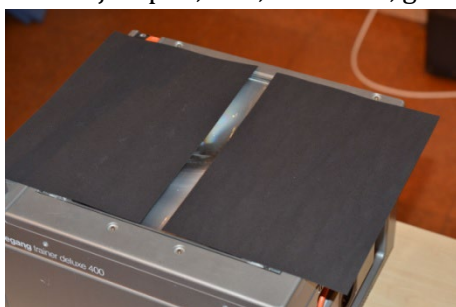
Holografiskt gitter

Tjockt svart A4-papper

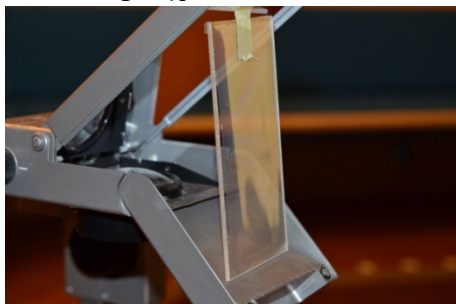
Mobiltelefon med kamera (utan ir-filter) eller annan digitalkamera

#### Instruktioner

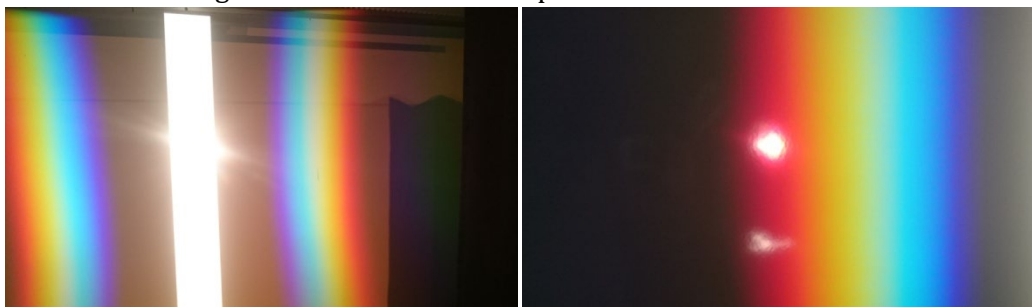
- Gör en ljusspalt, ca 2,5 cm bred, genom att lägga två svarta A4-papper över projektorn.



- Placera projektorn 1,5-2 m från väggen. Mörklägg rummet, tänd projektorn och rikta in den mot en vit yta, t.ex en whiteboardtavla. Ställ in skärpan.
- Håll det holografiska gittret framför projektorhuvudet eller sätt fast det med lite maskeringstejp.



- Två ljusspektra uppstår på väggen. Undersök dem med mobilkameran. Är någon färg starkare i mobilen än vad ögat ser? Vad kan det bero på?



## Aktivitet 3 [åk 7 - gy]

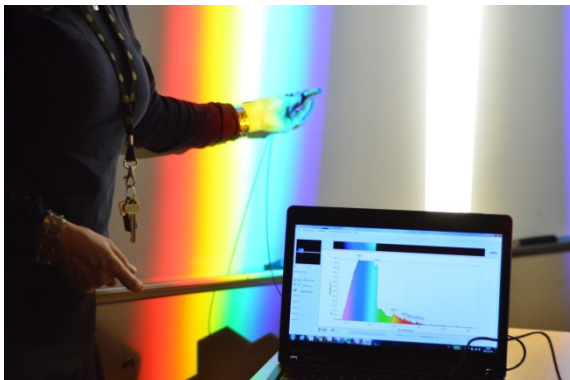
### Undersöka synligt och infrarött ljus

#### Material

OH-projektor  
Holografiskt gitter  
Tjockt svart A4-papper  
USB-spektrometer  
Dator

#### Instruktioner

- Samma uppställning som i aktivitet 2.
- Be din lärare ansluta spektrometern till datorn och göra den klar för användning.
- Starta projektorn och ställ in skärpan.
- Håll spektrometers lins vid en av färgerna och rikta den *mot* ljuset på projektorn.



- Vad ser du på datorskärmen?
  - Spektrumet visar en kraftig topp i samma färg som man håller linsen i.
- Flytta linsen till en annan färg. Beskriv vad som händer.
  - Toppen på spektrumet följer med linsen vid det projicerade spektrumet.
- Vilka våglängder har de olika färgerna?
  - Avläs spektrumet på datorn vid respektive färg.
- Flytta linsen utanför det röda fältet. Förklara vad du ser.
  - En kraftig röd färg visas på datorn trots att linsen verkar var utanför färgspektrumet på tavlan. Det som visas på skärmen är infrarött ljus som är osynligt för ögat.
- Ger projektorn även UV-ljus? Hur kan du testa det?
  - För linsen mot och förbi den blåa färgen till det mörka området. Iaktta vad datorskärmen visar.

## Beräkning av våglängden för en viss färg [gy]

Ett enkelt och konkret sätt att räkna ut ljusets våglängd med hjälp av gitterekvationen.

### Interferens i gitter

Ett gitter är ett stort antal parallella spalter som ligger tätt intill varandra. När ljus passerar genom gittret böjs det av. Beroende på vilken våglängd ljuset har böjs det olika mycket. Dessutom uppstår ett interferensmönster där ljusvågor från flera spalter sammanfaller. Interferens

Detta ger att ljus från en vanlig glödlampa kommer att delas upp i sitt kontinuerliga spektrum eftersom de olika färgerna har olika våglängd och därmed bryts olika mycket.

*Gitterekvationen* ger sambandet mellan brytning och våglängd för ett visst gitter

$$d \cdot \sin\alpha = p\lambda$$

Där

$d$  = avståndet mellan spalterna

$\alpha$  = brytning av ljuset

$p$  = heltal (ordning på brytningen)

$\lambda$  = ljusets våglängd

### Exempel

Beräkna våglängden på ljuset från en natriumlampa. Ljuset passerar ett gitter med 600 spalter/mm, vinkeln till första ordningens linje är  $17,1^\circ$ .

### Lösning

Vi löser ut  $\lambda$  ur gitterekvationen.

$p=1$  (1:a ordningens linje)

$$\lambda = d \cdot \sin\alpha$$

Där  $d = 1/600 \text{ mm} = 1/600\,000 \text{ m}$

$$\lambda = \frac{1}{600000} \cdot \sin 17,1^\circ \text{ m} = 4,90 \cdot 10^{-7} \text{ m}$$

*Svar:* Ljusets våglängd är 490 nm



## Aktivitet 4 [gy]

### Beräkning av våglängden för röd laser

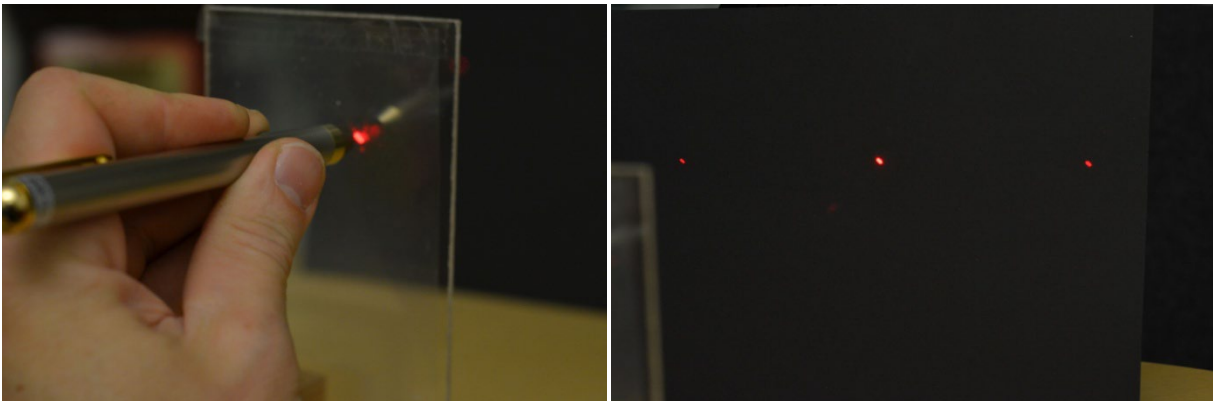
#### Material

Laserpenna  
Holografiskt gitter med gitterkonstanten  $d=600$   
Skärm (mörkt papper)  
Meterstock eller linjal

#### Instruktioner

- Mät upp ett avstånd från skärmen och håll gittret där.
- Lys med lasern på gittret.
- Studera mönstret på skärmen.
- Mät avståndet mellan nollte och första ordningens ljusmaximum .

Pricken i mitten är av noll:te ordningen (ingen brytning,  $p = 0$ ). Prickarna till höger resp vänster är av första ordningen ( $p = 1$ )



- Beräkna vinkeln till det första ljusmaximumet.
  - Om avståndet ( $a$ ) mellan nollte och första ljusmaximum är  $a = 16$  cm och avståndet ( $b$ ) till skärmen är  $b = 40$  cm så är vinkeln:

$$\tan \alpha = \frac{a}{b} \Rightarrow \alpha = \tan^{-1} \frac{16}{40} \approx 21,8^\circ$$

- Beräkna våglängden på ljuset
  - Gitterkonstanten är  $d = 1/600$  mm =  $1/600\ 000$  m
  - Gitterekvationen ger

$$\lambda = \frac{d}{p} \sin \alpha$$

- $p = 1$  (första maximumet) ger
 
$$\lambda = \frac{1}{600000} \sin 21,8^\circ \approx 6,19 \cdot 10^{-7} \text{ m} = 619 \text{ nm}$$

## Aktivitet 5 [gy]

### Beräkning av våglängden för olika färger

Mer färggranna, men mindre exakta beräkningar än i aktivitet 4.

#### Material

OH-projektor

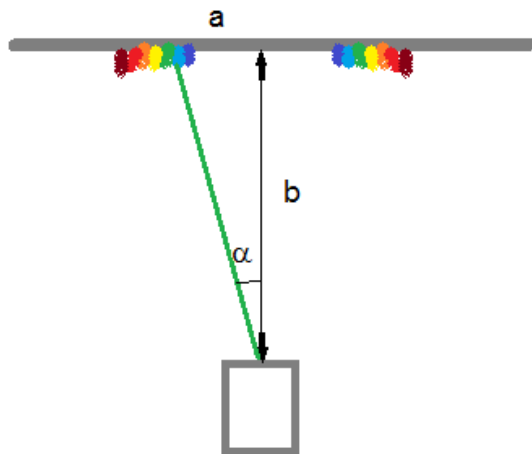
Holografiskt gitter med gitterkonstanten  $d=600$

Tjockt svart A4-papper

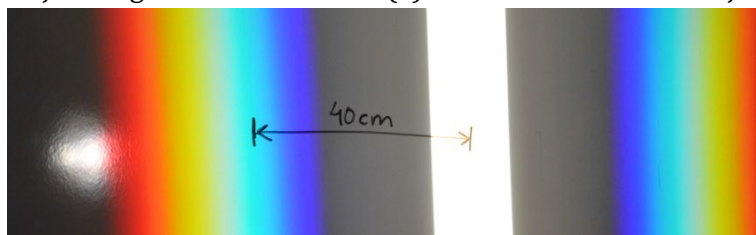
Meterstock eller måttband

#### Instruktioner

- Samma uppställning som i aktivitet 2.
- Starta projektorn så att spektrumen uppstår.
- Mät det vinkelräta avståndet ( $b$ ) mellan väggen och gittret.



- Välj en färg och mät avståndet ( $a$ ) från mitten av den vita ljusspalten till vald färg.



- Beräkna vinkeln  $\alpha$  med hjälp av  $a$  och  $b$
- Beräkna våglängden för vald färg med hjälp av gitterekvationen.