

AKTIVITET

Hva er stråling?



Klasseromressurs for skoleelever

Kort om aktiviteten

Elektromagnetisk stråling, kosmisk stråling, partikkelstråling, radioaktiv stråling... Hva er stråling? Og hva er forskjellen på alle de ulike typene stråling? Denne aktiviteten forsøker å gi en oversikt over akkurat dette.

For å lære om hva som skjer med kroppen når den blir utsatt for stråling, se egen aktivitet på esero.no <https://www.esero.no/wp-content/uploads/2019/03/AMC-solstorm-mennesket-i-verdensrommet.pdf>

Alle aktivitetene i denne aktiviteten kan tilpasses ulike nivå. Se merknad for dette i aktivitetene.

Mål fra Læreplanen

Elevene skal kunne:

- Utvikle spørsmål og hypoteser om naturfaglige fenomener, identifiser avhengige og uavhengige variabler og samle data
- Bruke og lage modeller for å forutsi eller beskrive naturfaglige prosesser og systemer og gjøre rede for modellenes styrker og begrensninger

Innhold

Kort om aktiviteten.....	1
Mål fra Læreplanen.....	1
Lærerveiledning	3
Elektromagnetisk stråling.....	4
Ioniserende stråling	8
Stråling og verdensrommet	8
Aktivitet 1: Spektroskopi	11
Nivå:.....	11
Aktivitet 2: Infrarød stråling	12
Aktivitet 3 Eksitasjon.....	14
Etterarbeid	15
Ordliste.....	16
Kildehenvisninger	16
Bilder	16
Vedlegg 1: Emisjons- og absorpsjonsspekter	17
Vedlegg 2: Elevkort, aktivitet 2	18
Vedlegg 3: Lærerkort, aktivitet 2	19

Lærerveiledning

Mange har hørt om stråling og mange kan sikkert også gi noen eksempler på stråling. Samtidig er det nok også en del som har forhold til stråling som noe som er skummelt. Og ja, stråling kan være farlig, men vi har så veldig mange typer stråling og langt fra alle er så farlige. I denne oppgaven skal vi se litt på de ulike typer stråling og forhåpentligvis få litt oversikt over hva som er farlig stråling og hva som ikke er farlig i det hele tatt. Og selvfølgelig hvorfor stråling er et viktig tema når det gjelder romfart.

Start gjerne med å stille noen innledende spørsmål til elevene:

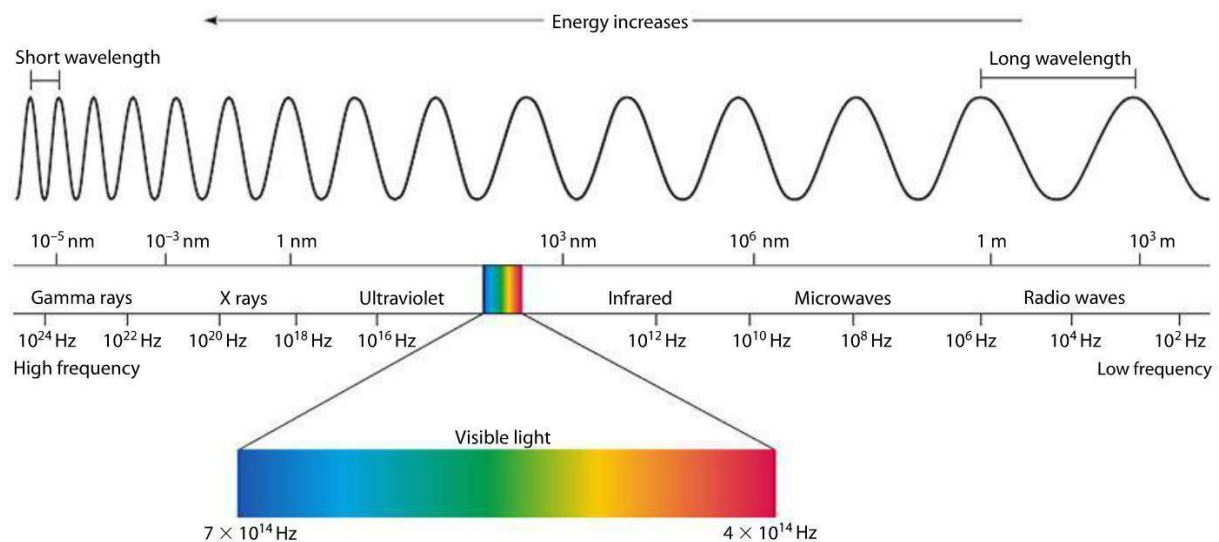
- Hva forbinder dere med stråling?
- Er stråling er farlig?
- Hva er egentlig stråling?
- Hvor kommer strålingen fra?

I oppstartsfasen kan det kanskje være vanskelig å prate om dette for elevene fordi det er et ukjent tema. Prøv å gi elevene noen kjente assosiasjoner, som sola på en varm dag, eller varmen fra et bål. Hva vet de om hva som kan skje om man er ute i sola uten beskyttelse? Eller kommer for nær det varme bålet?

Elektromagnetisk stråling

Lys er noe alle har et forhold til og det spennende (som vi kanskje ikke tenker på så ofte) er at øyet vårt er helt avhengig av lys for å kunne se form, farge, kontraster osv.

Lys er elektromagnetisk stråling eller elektromagnetiske bølger. Det elektromagnetiske spekteret strekker seg fra kortbølget gammastråling til langbølget radiostråling, der synlig lys (det øyet vårt kan oppfatte) bare er en liten del av spekteret. Elektromagnetisk stråling kan beskrives som energipakker, *fotoner*, i bevegelse og oppstår når elektriske ladninger svinger fram og tilbake. Noen har kanskje også hørt at elektromagnetisk stråling kan være både bølger og partikler, noe som kalles for bølge-partikkel-dualitet. Da beveger vi oss over i det litt mer avanserte feltet kvantemekanikk. Selv om det er spennende, er det litt voldsomt å ta for seg dette her, så vi skal heller se mer på de ulike typene elektromagnetisk stråling.



Figur 1: Det elektromagnetiske spekteret

Elektromagnetisk stråling (EM) kan bevege seg i tomt rom, i motsetning til for eksempel lydbølger som må ha et medium å forflytte seg i. Elektromagnetisk stråling beveger seg med en fart på nesten 300 000 km i sekundet i tomt rom og er konstant.

Lyshastighet i vakuum, $c = 299\,792\,458$ m/s

Et sentralt begrep når man snakker om stråling, er bølgelengde, som er lengden fra bølgetopp til bølgetopp. Jo kortere bølgelengde jo høyere er energien.

Synlig lys har bølgelengder mellom 400 nm og 800 nm og utgjør bare en liten del av det elektromagnetiske spekteret.

$1\text{ nm} = 10^{-9}\text{ m} = 0,000\,000\,001\text{ m} = \text{en milliarddels meter}$

Radiostråling

De lengste elektromagnetiske bølgene kalles radiobølger. Her kan bølgelengden variere alt fra en millimeter til flere kilometer lange. Radiobølgene med kortest bølgelengde kalles ofte for mikrobølger. Radiobølger brukes ofte til ulike former for kommunikasjon. I romfart brukes f.eks. radiobølger for å kommunisere med og motta informasjon fra satellitter og raketter. Astronomer bruker radioteleskoper for å utforske verdensrommet.



ALMA Observatoriet er et av verdens største radioteleskoper. Credit: C. Padilla - ALMA (ESO/NAO/NRAO)

Infrarød stråling

Infrarød stråling (IR) kjenner noen kanskje også som varmestråling. Denne strålingen har lavere frekvens enn det øyet vårt kan oppfatte. Vi mennesker avgir f.eks. denne typen stråling og derfor kan man bruke IR-kamera for å søke etter savnede personer. Noen satellitter har også IR-sensor for å kunne overvåke og observere klimaet her på jorda.

Synlig lys

Lys med bølgelengder mellom 400 – 800 nm kan øyet vårt oppfatte. Vanligvis observerer vi dette som hvitt lys, men vi kan f.eks. klare å se flere farger når lyset brytes gjennom et prisme. Dette er fordi bølger med ulike bølgelengde brytes ulikt.

Ultrafiolett stråling

Ultrafiolett stråling eller UV-stråling har høyere frekvens enn synlig lys. Omtrent 7 % av den elektromagnetiske strålingen fra sola er denne typen stråling. Vi hører ofte om advarsler mot UV-stråling, spesielt i sommerhalvåret. Det er fordi for mye UV-stråling kan skade cellene i kroppen vår – og kan forårsake hudkreft. Likevel er vi også avhengige av å motta noe UV-stråling, denne strålingen er blant annet med på dannelsen av D-vitamin i kroppen. Som med mye annet er mengden her sentralt for om det er farlig eller ikke. Det skilles også mellom ulike

typer UV-stråling, der UVC, kortere bølgelengder, er den farligste (selv i små doser). Denne strålingen er bakteriedrepende.

Heldigvis beskytter atmosfæren vår mot mye av denne strålingen, da ozon-gass absorberer denne type stråling.

Røntgenstråling

Røntgenstråling er stråling med bølgelengder mellom gammastråling og UV-stråling. Røntgenstråling ble oppdaget i 1895 av Wilhelm Conrad von Røntgen og er opphav til navnet på denne strålingen. Selv kalte han det for X-rays som blir brukt på engelsk. Røntgenstråler har den egenskapen at det kan trenge igjennom en del stoffer, og vi benytter oss av denne egenskapen i medisin, for eksempel i røntgenundersøkelser. Denne strålingen kan, i likhet med annen høyenergis stråling, gjøre skade på cellene i kroppen vår. Derfor er det viktig at man ikke utsettes for store doser, og dersom du har tatt et røntgenbilde har du kanskje opplevd at deler av kroppen din blir beskyttet under undersøkelsen med for eksempel bly, da røntgenstråler ikke klarer å trenge gjennom dette.

Gammastråling

Den mest energirike elektromagnetiske strålingen med energi over 100 keV (kiloelektron-volt) kalles for gammastråling, Energi og bølgelengde henger sammen, og gammastråling er derfor også den elektromagnetiske strålingen med kortest bølgelengde. På en cm har vi faktisk 10 000 000 000 bølger av gammastråling. Vi kommer tilbake til mer om gammastråling under ioniserende stråling. Gammastråling blir også brukt i medisin som f.eks. strålebehandling av kreft.

Emisjonsspekter og absorpsjonsspektre

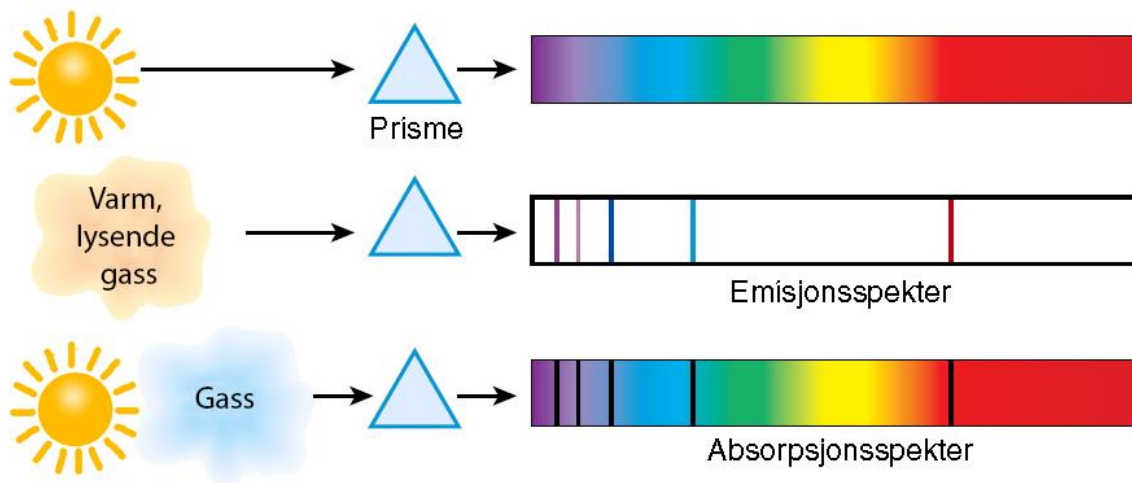
Dersom du ser på hvitt lys gjennom et spektroskop eller et prisme vil du se det som kalles et kontinuerlig spekter. Det samme skjer dersom lyset bøyes gjennom en smal spalteåpning. Det mest klassiske eksempelet i naturen på et spekter er nok regnbuen, her er det vandrdåpene i atmosfæren som virker som et prisme som bryter sollyset i et kontinuerlig spekter.

De blå og fiolette fargene er de fargene som spres mest, derfor ser himmelen blå ut. På natten er det ikke noe sollys å bryte ned og derfor får himmelen samme farge som verdensrommet – svart!

Dersom du derimot skulle se på et lysstoffrør gjennom et spektroskop vil du se et annet type spekter, nemlig markerte linjer, et emisjonsspekter. En varm lysende gass (slik som i et lysrør) vil ikke sende ut EM i alle bølgelengder. Hvilke bølgelengder gassen sender ut kommer an på atomene. I atomene har vi elektroner som går rundt atomkjernen. Disse elektronene har ulike energinivå. Når gassen varmes opp vil noen elektroner få nok energi til å hoppe opp noen nivå. Dette skjer bare veldig kort, og så «faller» elektronet tilbake til sitt opprinnelige energinivå. Da sendes denne energien ut igjen som en slags

energipakke. Denne energipakken kalles foton og er lys. Avhengig av energien til fotonet får vi se ulike farger. Dette fenomenet kalles eksitering.

Dersom vi sender sollys (hvit lys) gjennom en gass, kan vi oppleve å se et spekter med mørkere linjer – et absorpsjonsspekter. Også her skyldes dette fenomenet eksitering. Noen fotoner går rett igjennom gassen og vi ser dem i spekteret vårt. De mørke linjene i spekteret er de «fotonene» som har blitt absorbert av gassen og sendt ut igjen i en vilkårlig retning. Vi kan egentlig se på spekteret til et grunnstoff på samme måte som vi ser på fingeravtrykk for oss mennesker. Hvert grunnstoff har sitt unike spekter. Dersom vi skulle sammenligne emisjonsspekteret og absorpsjonsspekteret fra for eksempel Helium vil vi se at linjene i emisjonsspekteret tilsvarer de mørke linjene i absorpsjonsspekteret.



Figur 2: Ulike typer spektre. Kilde: NDLA

For å se mer om elektromagnetisk stråling, sjekk ut videoen:
<https://youtu.be/cfXzwh3KadE>

Ioniserende stråling

Vi skiller gjerne mellom ioniserende stråling og ikke-ioniserende stråling. Ioniserende stråling er stråling der energien er høy nok til å ionisere atomer ved å slå løs elektroner slik at atomene får positiv ladning. Denne høyenergiske strålingen kan være både bølger og partikler. Gammastråling og røntgenstråling er høyenergiske EM-stråling og ioniserende. Mens alfastråling og betastråling er eksempler på ioniserende partikkelstråling. Dette kjenner vi også som radioaktiv stråling.

Alfastråling består av alfapartikler (α – *partikler*) som er heliumkjerner (to nøytroner og to protoner, ${}^4\text{He}^{2+}$). Alfastråling kan oppstå når en tung atomkjerne henfaller til en lettere atomkjerne – radioaktiv prosess. Alfastråling har kortere rekkevidde enn både beta- og gammastråling.

Betastråling (β – *stråling*) består av elektroner. Dette oppstår når et nøytron i atomkjernen spaltes til et proton og et elektron. Protonet blir igjen i kjernen, mens elektronet sendes ut i stor fart. Betastråling har lengre rekkevidde enn alfastrålingen.

Gammastråling (γ – *stråling*) er som nevnt tidligere elektromagnetisk stråling. Når atomkjerner sender ut en α -partikkel eller β -partikkel oppstår det gjerne en slags overskuddsenergi som sendes ut som fotoner. Derfor har vi ofte gammastråling i forbindelse med alfa- og betastråling. Siden dette er elektromagnetisk stråling, er det denne av de ioniserende strålingen som har lengst rekkevidde.

Ioniserende stråling kan gjøre stor skade på menneskekroppen ved for store doser, og vi kan få strålingssyke. Derfor blir nok ofte stråling forbundet som noe farlig, selv om dette bare gjelder noen typer stråling. Det er også slik at vi faktisk har positiv nytte av ioniserende stråling, som helbredende eller lindrende medisinsk behandling.

Stråling og verdensrommet

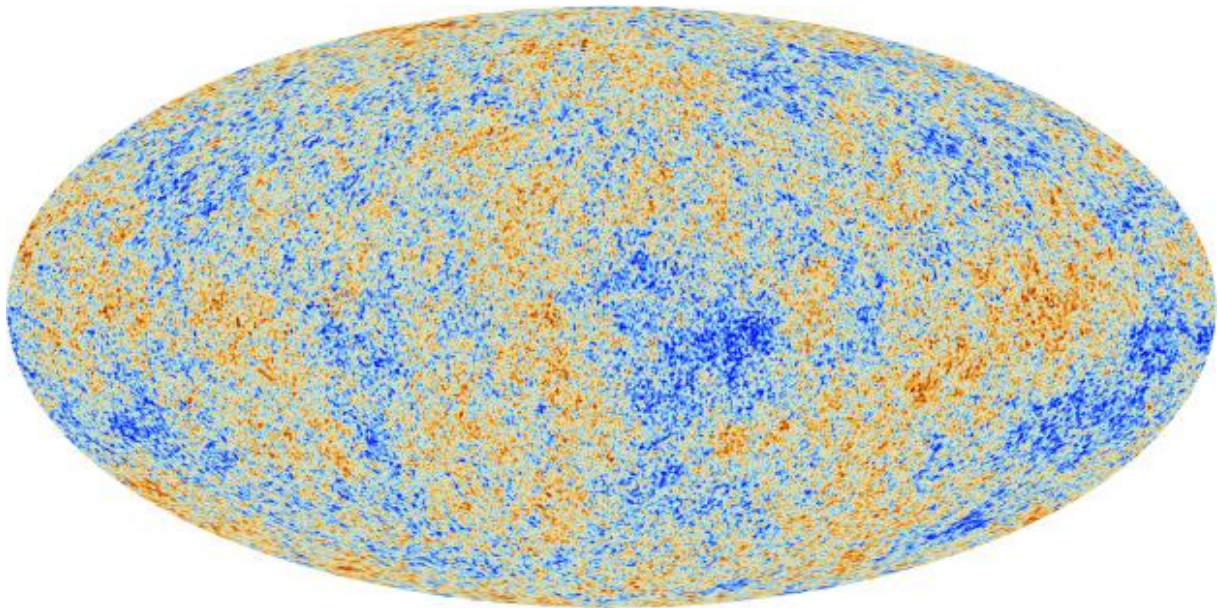
Fordi vi her på jorda er beskyttet av magnetfeltet vårt og atmosfæren, vil stråling i verdensrommet være litt annerledes enn på jordoverflata. Mye av strålingen vi utsettes for kommer fra sola. Den elektromagnetiske strålingen fra sola er i hovedsak infrarød stråling, synlig lys og ultrafiolett stråling (UV). Mye av UV-strålingen fra sola blir stoppet av ozon i atmosfæren – noe som er godt, da for mye av denne strålingen kan være farlig for oss.

Sola sender også ut ioniserende stråling i form av solvinden. Disse partiklene har en hastighet på 200 -700 km/s. Av og til vil det være større aktivitet på sola, og vi kan få koronamasseutbrudd (CME), da kan partiklene gjerne ha en hastighet på over 2000 km/s og kan være skadelig for ulike systemer her på jorda. Disse partiklene kan også være farlig for astronauter om de er ute på romvandring, derfor prøver vi å forutse slike utbrudd. Les mer om sola og solaktivitet i egen

ressurs på esero.no <https://www.esero.no/wp-content/uploads/2019/03/AMC-solstorm-sola-og-solstormer-1.pdf>

Kosmisk stråling er partikler fra universet som beveger med svært høy energi. Det kommer noe fra sola, men mesteparten fra utenfor vårt solsystem – galaktisk kosmisk stråling – denne strålingen har veldig høy energi.

Som nevnt tidligere kan stråling også lære oss mye om universet vi lever i. Mesteparten av strålingen i verdensrommet er radiostråling, derfor er også radioastronomi et stort og viktig område i utforskningen av universet.



Bildet viser den kosmiske bakgrunnsstrålingen sett med Planck teleskopet. Credit: ESA/Planck Collaboration

Det er også noe som heter kosmisk bakgrunnsstråling (også kalt CMB – Cosmic Microwave Background radiation). Denne strålingen er rester etter høyenergetisk elektromagnetisk stråling fra universets begynnelse. Strålingen har mistet mye av sin energi, men har gitt oss mye informasjon om hvordan universet var da det var meget ungt.

Astronomer kan bruke spektroskopi for å finne ut av mange egenskaper til stjerner og andre himmellegemer, som kjemisk sammensetning og temperatur, siden ulike grunnstoff har sine egne spektre. Når et objekt som sender ut bølger beveger seg fra oss eller mot oss, vil bølgene faktisk forskyve seg, dette kalles Doppler forskyvning. Dersom en stjerne beveger seg fra oss, vil bølgelengdene bli lengre og vi får det vi kaller rødforskyvning. Motsatt vil en stjerne som beveger seg mot oss ha en forskyvning i spekteret mot kortere bølgelengder – blåforskyvning. Dette kan brukes til å beregne farten til objektene relativt til oss.

Det er på denne måten de har funnet ut at Andromedagalaksen er på vei mot oss her i Melkeveien.

Stråling må altså tas på alvor når vi sender mennesker ut i rommet. Astronautene om bord på ISS er delvis beskyttet for strålingen siden de er så nært oss (og innenfor jordas magnetfelt), men fortsatt er det farlig.

I fremtidige oppdrag skal mennesker tilbake til månen og også til Mars (kanskje også enda lenger?). Da er stråling en stor utfordring. Både fordi de ikke vil være beskyttet av magnetfeltet og fordi de som skal til Mars vil være utsatt for dette over lang tid. ESA jobber med å teste ut beskyttelse for den type oppdrag. Orion skal snart ut på sin første testtur rundt månen, på denne ferden skal de to kvinnedukkene, Helga og Zohar, sitte i passasjeretene for å teste en strålingsvest for astronauter. Du kan lese mer om prosjektet hos ESA sine sider her:

http://www.esa.int/Our_Activities/Human_and_Robotic_Exploration/Orion/Radiation_for_dummies

Aktivitet 1: Spektroskopi

I denne øvelsen skal elevene få utforske ulike elektromagnetiske spekter fra ulike lyskilder. Ved å se på en lyskilde gjennom et spektroskop kan vi se ulike spektrere ut i fra hva slags kilde dette er. Et lysrør med hydrogen vil vise emisjonsspekteret til hydrogen. Du vil altså se de fargene/bølgelengdene som hydrogengass sender ut. Man kan også sende lys gjennom en gass – da vil man få absorpsjonsspekter fordi gassen vil absorbere lys ved ulike bølgelengder.

Nivå:

I grunnskolen holder det kanskje å bare la elevene få se at det finnes ulike spektrum og la de beskrive det de ser. På videregående passer det fint å både se på emisjonsspektrere og absorpsjonsspektrere for å forklare forskjellene.

Utstyr:

- Håndspektroskop
 - Lyskilder (noen eksempler)
 - Hydrogen
 - Helium
 - Neon
1. La elevene bruke spektrometer for å se på ulike lyskilder som sola, lysrør og neonlys og la elevene beskrive hva de ser. Kan de se at sollys gir et kontinuerlig spekter, mens f.eks. et lysrør gir et linjespekter/emisjonsspekter? Bruk gjerne dette til å forklare at vi deler mellom kontinuerlige spektrere, emisjonsspektrere og absorpsjonsspektrere.

PS! Vær forsiktig og se aldri dirkete på sola da dette kan gi øyeskader.

2. Vis elevene emisjonsspekteret for ulike grunnstoff f.eks. Hydrogen, Helium og Neon (se vedlegg 1), men uten å fortelle hvilken kilde de ser på. La elevene se på de samme lyskildene med spektroskop og la dem bestemme hva som er hva ut fra spekteret.
3. Bruk lyskilde og gjennomlys en gass, f.eks. et lysrør. Elevene ser på gjennom spektroskop og forklarer hva de ser.

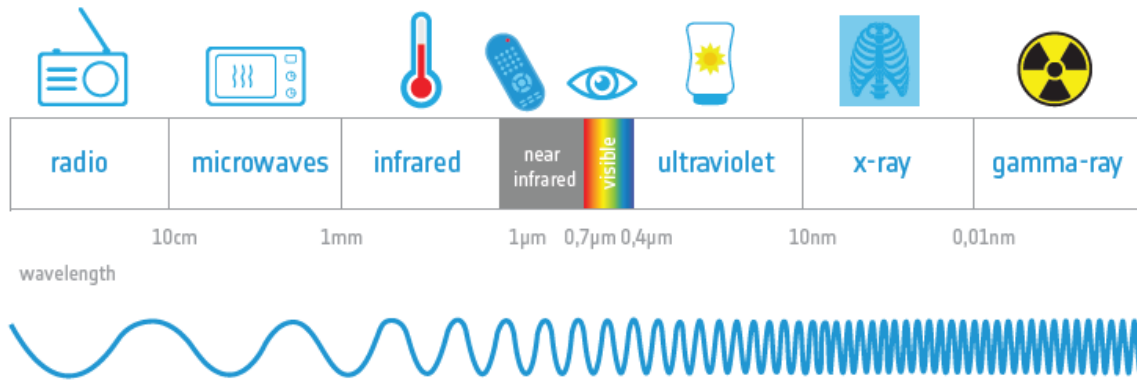
Dersom skolen ikke har spektroskop kan dette enkelt lages selv ved hjelp av fyrstikkesker, lim og CD-plater. Det kan jo også være en fin aktivitet i seg selv. Naturfagssenteret har en fin oppskrift her:

<https://www.naturfag.no/forsok/vis.html?tid=1209430>

Etterarbeid: Diskuter i klassen hvordan elevene tenker at spektroskopi kan brukes til å f.eks. lete etter jordlignende planeter (eksoplaneter med potensiale for liv).

Aktivitet 2: Infrarød stråling

I denne aktiviteten skal elevene modifisere ett webkamera slik at det ser i nær-infrarødt lys i stedet for synlig lys. Dersom skolen har et kamera som allerede ser i nær-infrarød stråling og ikke ønsker å demontere webkamera kan man selvfølgelig gå rett til siste del av aktiviteten.



Figur 3: Elektromagnetisk spektrum. Kilde: ESA

Infrarød stråling blir ofte omtalt som varmestråling. I virkeligheten deler vi også opp infrarød stråling i infrarødt og nært infrarødt. Når man bruker et varmekamera for å søke etter mennesker ser man infrarød stråling. Nær infrarød stråling har litt lengre bølgelengder enn synlig lys (men kortere enn varmestråling). Vegetasjon reflekterer nær infrarød stråling. Derfor brukes nær infrarødt kamera i jordobservasjon for å overvåke hvordan vegetasjonen på jorda endrer seg. Ved også å bruke denne typen stråling kan vi få mer informasjon enn ved kun bruk av synlig spekter.

Optiske kamera har ofte et filter som filtrerer bort den nær-infrarøde strålingen siden dette kan være forstyrrende på bildet. Derfor kan man gjøre om et kamera til nært-infrarødt ved å ta bort dette filteret, i tillegg til å legge på filter som filtrer bort synlig spekter ved hjelp av to polariserende filmbiter som legges vinkelrett på hverandre.

Det er viktig å understreke overfor elevene at man nå får et nær infrarødt kamera og ikke et termokamera. Et termokamera ser på Infrarød stråling som har lengre bølgelengder utenfor det optiske spekteret.

Utstyr

- 1 webkamera med manuelt fokus.
- Tegnstift eller lignende
- To biter med eksponert film (evt et polariseringsfilter), store nok til å dekke linsen
- Klar tape
- Saks
- Datamaskin

Se gjerne ESA-videoen om hvordan man kan hacke et webkamera til å se infrarødt:

https://www.esa.int/spaceinvideos/Videos/2017/06/Infrared_webcam_hack_-_using_an_infrared_webcam_to_observe_the_world_in_a_new_way_-_classroom_demonstration_video_VC15 (engelsk video).

1. Demontering av kamera

Skru av fokusringen til linsen kan trekkes helt ut.

2. Fjern det infrarøde filteret

På innsiden av linsen sitter det en liten bit plast i rødt og grønt. Dette er et infrarødt filter. Bruk en skalpell for å fjerne filteret – vær forsiktig så du ikke ødelegger filteret.

Skru linsen på igjen og kople webkameraet til datamaskinen. Kameraet er nå klart til bruk.

Tips! Dersom bildet ser for lyst ut er det fordi det er for mye lys som trengs å filtreres bort. Bruk polariseringsfilter eller to biter film og legg foran linsen (viktig at de legges vinkelrett på hverandre).

Du kan nå bruke dette kamerat til å se på hvordan objekter ser ut ved synlig lys og nær infrarødt lys.

Du trenger

- Infrarødt kamera/kameraet du nettopp har modifisert
- Fjernkontroll
- LED lys
- Stearinlys
- Grønn levende plante og en kunstig plante

Se på de ulike objektene uten kamera (synlig lys). Se på det samme objektet gjennom kameraet (nær infrarødt)

Fyll inn tabellen (se vedlegg 2).

Etterarbeid: Se på resultatene og diskuter med de andre gruppene hvordan infrarødt lys kan hjelpe oss til å bedre forstå hva vi ser.

Aktivitet 3 Eksitasjon

Det kan være vanskelig å forstå hva eksitasjon er, så vi skal prøve å vise det med denne aktiviteten.

Tegn flere lange linjer på bakken (dette skal symbolisere skallene i et atom). Mellomrommene mellom linjene må være sånn at elevene klarer å «hoppe» to eller tre linjer av gangen.

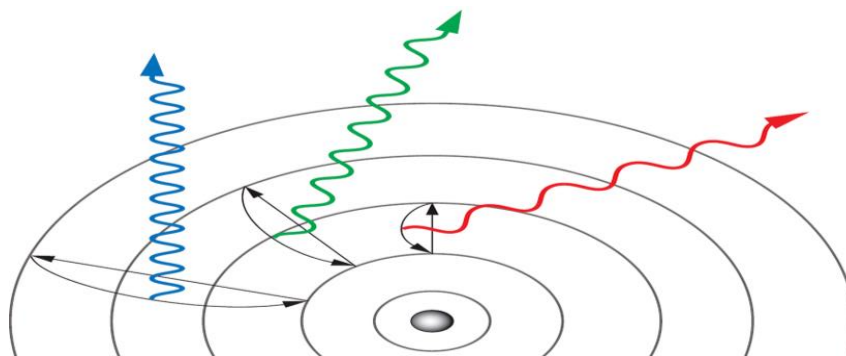
Del klassen i to grupper av ulik størrelse (for eksempel 8/22). Elevene i den største gruppa skal være stråling, mens de andre elevene skal være elektroner i atomer fra gass.

Strålings- gruppen får utdelt ark i ulike farger, for eksempel rød, gul, blå og grønn. Dette er synlig lys. Arkene må henges rundt halsen eller festes godt synlig for de andre elevene. Denne gruppen er strålingen som passerer gjennom en gass. Fargene de har rundt halsen skal symbolisere elektromagnetisk stråling med ulike bølgelengder. Samtidig må elektron-elevene bestemme seg for hvilken farge som skal gjøre at de kan eksitere- eller hoppe og hvilken linje de kan hoppe til.

Nå skal strålingsgruppen bevege seg gjennom/forbi gassgruppen. Strålingen skal *eksitere* gassen. Dersom en av elektron-elevene møter på en strålingselev med rett farge vil elektronet få energi nok til å «hoppe» til en høyere linje.

La den lille gruppen med elever (f.eks 8 elever) spre seg ut på de to innerste linjene. Den store gruppen (strålingen) skal nå bevege seg «gjennom» gassen ved å gå sakte mot de andre elevene. Når en av elektronelevene møter en strålingselev med fargen som gjør at han kan hoppe tar han strålingseleven i hånda og drar han/henne med seg til denne linjen. Så går elektroneleven tilbake til sin opprinnelige posisjon mens strålingseleven blir sendt ut i en vilkårlig retning, og er «ute». Alle stråler som ikke blir «plukket opp» går bare rett forbi elektronene slik at de kommer ut på den andre siden. Når alle strålene har gått igjennom kan man ha opptelling å se hvor mange elever av hver farge som kom rett igjennom.

<https://ndla.no/subjects/subject:21/topic:1:183344/topic:1:183348/resource:1:4927>



Bilde: ndla

Etterarbeid

Summer opp i klassen hva slags typer stråling vi har. Diskuter om stråling er farlig eller ikke. Forslag til andre diskusjonsspørsmål:

Hvordan kan vi bruke stråling i hverdagen og forskning?

Hvorfor er det viktig å beskytte astronauter mot stråling?

Hvordan kan vi beskytte astronautene mot farlig stråling?

Ordliste

Elektromagnetisk stråling

Bølgelengde: En bølgelengde er avstanden mellom to bølgetopper eller to bølgebunner

Energi: Evnen til å utføre arbeid i fysikken. Dvs

Elektron: Negativt ladet partikkel i atomet. Utenfor atomkjernen

Proton: Positivt ladet partikkel i atomkjernen

Frekvens: Frekvens er antall bølger som passerer et punkt per sekund. Frekvens måles i Hertz (Hz). $1 \text{ Hz} = 1 \text{ s}^{-1}$

Ioniserende stråling: Stråling som har høy nok energi til at det kan slå løs elektroner fra materialet det beveger seg gjennom.

Kildehenvisninger

- Innholdet er utviklet av NAROM for Nordic ESERO
- ESA (2019):
http://www.esa.int/Education/Teachers_Corner/Infrared_Webcam_Hack_-_Using_infrared_light_to_observe_the_world_in_a_new_way_Teach_with_space_P15

Bilder

- Det elektromagnetiske spekteret (2019), figur 1: Hentet fra:
https://www.miniphysics.com/electromagnetic-spectrum_25.html
- ALMA observatoriet (2019) hentet fra:
<https://www.almaobservatory.org/en/about-alma-at-first-glance/>
- Kosmisk bakgrunnsstråling, Planck satellitten (2019). Hentet fra:
<http://sci.esa.int/planck/51551-simple-but-challenging-the-universe-according-to-planck/>
- Vedlegg 1, figur 4: Hentet fra:
<http://astronomy.nmsu.edu/geas/lectures/lecture19/slide02.html>
-

Vedlegg 1: Emisjons- og absorpsjonsspekter



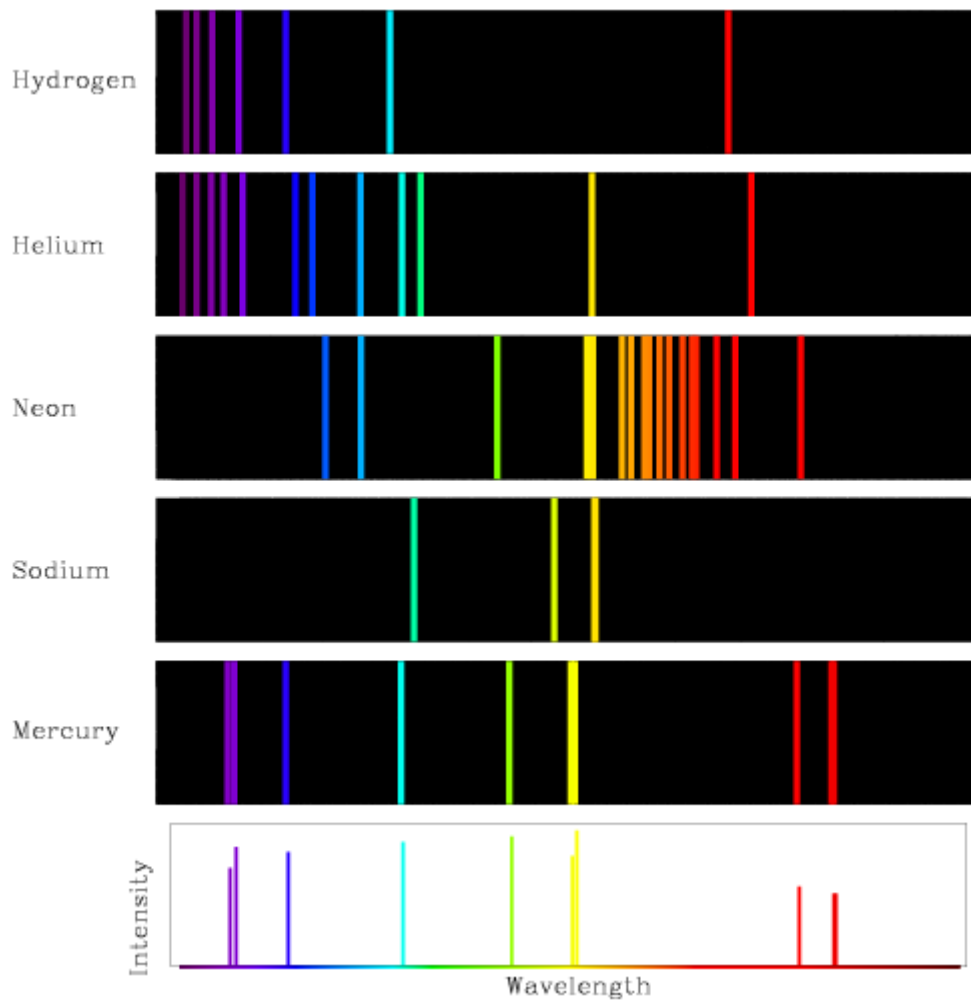
Emisjonsspekter



Absorpsjonsspekter



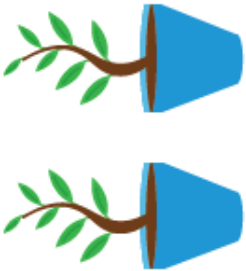
Figur 4: Emisjons- og absorpsjonsspekter for grunnstoffet Hydrogen

Emisjonsspektrum for Hydrogen, Helium, Neon, Natrium og Kvikksølv.



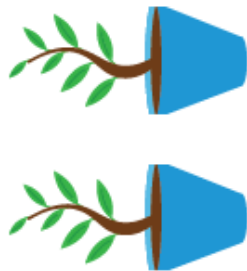


Credit: NMSU, N. Vogt

Vedlegg 2: Elevkort, aktivitet 2

Objekt	Beskriv hva du observerer		Forklaring
	Synlig lys	Nær infrarødt lys	
Fjernkontroll 			
Led lys vs. Stearinlys 			
Levende plante vs. Uekte plante 			

Vedlegg 3: Lærerkort, aktivitet 2

Objekt	Beskriv hva du observerer		Forklaring
	Synlig lys	Nær infrarødt lys	
Fjernkontroll 	<p>Fjernkontrollen bruker infrarødt for å sende signaler. Når du trykker på knappen kan som regel ikke se noe eller bare et veldig svakt lys.</p>	<p>Dersom du gjør det samme men nå ser på gjennom infrarødt kamera så vil du se lyssignalet fra senderen.</p> <p>Tips: også noen kameraer på enkelte smarttelefoner kan se dette.</p>	<p>Fjernkontrollen brukes til å styre ting fra avstand, f.eks. en TV. Hvordan vet TV hvilken knapp du trykker på? Hver enkelt knapp sender ut et av/på signal med ulike bølgelengder innenfor infrarødt spekter, dette mønsteret er relatert til denne ene knappen. Derfor kan vi også se signalet som sendes når vi bruker infrarødt kamera.</p>
LED lys vs. Stearinlys 	<p>Både LED-lyset og stearinlyset sender ut lys, men de ser litt forskjellig ut. Øyet vårt oppfatter stearinlyset som et varmere lys enn LED-lyset som sender ut et mer hvitt lys.</p>	<p>Dersom vi ser på med infrarødt kamera, ser stearinlyset mye lysere ut enn LED-lyset.</p>	<p>Stearinlyset sender ikke bare ut synlig lys, men også varme. Noe varme kan være synlig i infrarødt spekter. Derfor ser stearinlyset sterkere ut gjennom infrarødt kamera. LED-lys sender ikke ut så mye infrarødt stråling, dermed ser det svakt ut gjennom kamera selv om vi med øynene oppfatter det som ganske klart lys.</p>
Levende plante vs. Uekte plante 	<p>Når du ser på de to plantene med øynene vil du oppfatte begge som grønne.</p> <p>Tips: Dersom den ekte planten har noen gule eller brune blader kan disse sammenlignes med de friske grønne bladene.</p>	<p>Når du ser på begge plantene vil du se at de grønne bladene i den levende planten ser mye lysere ut enn den uekte planten.</p> <p>De grønne og bruen bladene ser mørkere ut enn de grønne.</p>	<p>Levende planter reflekterer mye infrarødt stråling siden denne strålingen ikke er nødvendig for å drive fotosyntese. Det er svampvevet som reflekterer denne strålingen og infrarødt stråling kan derfor brukes til å gjenkjenne frisk plantestruktur.</p> <p>Denne strukturen er allerede ødelagt i de gule og grønne bladene og de vil derfor ikke sende ut så mye infrarødt stråling.</p>