

Sola og solstormer

Klasseromressurs for skoleelever

Kort om aktiviteten

I denne aktiviteten finner dere informasjon om sola og stråling som oppstår på grunn av solstormer. I de påfølgende aktivitetene er det varierte oppgaver som kan hjelpe elevene til å få en bedre forståelse for aktiviteten på sola og hva som skjer når sola har et utbrudd. Det finnes også regneoppgaver som utfordrer elevene til å gjøre beregninger på mengde stråling og reflektere over hva dette kan føre til.

Læringsmål

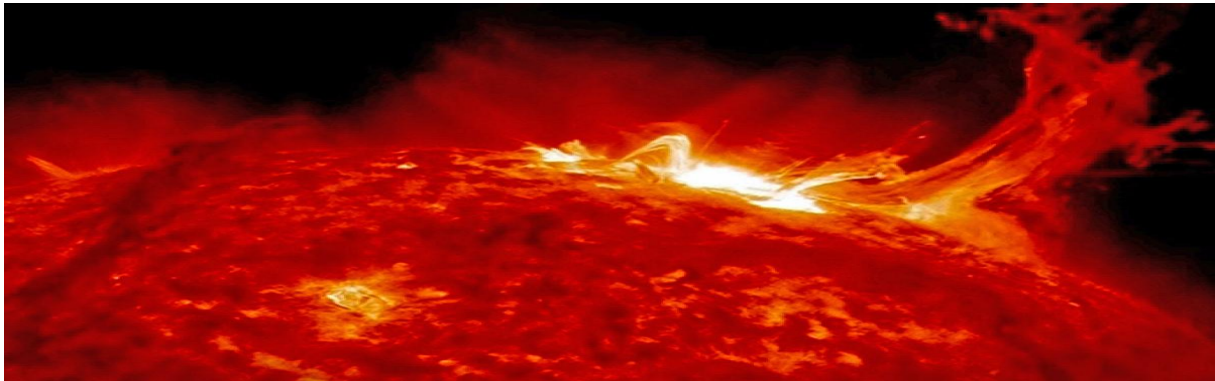
- Elevene observerer og undrer seg over fenomener i verdensrommet.
- Elevene bruker observasjoner til å beskrive eller logge det de ser og presenterer det ved å bruke naturfaglige begreper.
- Elevene lager hypoteser og gjennomfører et forsøk.
- Elevene bruker enkle datasimuleringer for å forklare naturfaglige fenomener og tester hypoteser.
- Elevene forklarer hvordan elektromagnetisk stråling fra verdensrommet kan tolkes og gir informasjon om verdensrommet

Innhold

Kort om aktiviteten.....	1
Læringsmål.....	1
Sola.....	2
Solstormer	3
Stråling fra sola.....	4
Aktivitet 1 Solflekke	5
Aktivitet 2 Sunspotter.....	7
Aktivitet 3 Strålingsfare ved en månelanding	9
Kildehenvisning.....	12
Bilder	12

Sola

Sola er midtpunktet i solsystemet vårt og opphavet til alt liv slik vi kjenner det. Tenker man noen gang over at den store, glødende sola vi ser på himmelen egentlig er det samme som de bittesmå, lysende prikkene vi ser på nattehimmelen og kaller stjerner? Sola er ei stjerne. Forskjellen er bare at den er så veldig mye nærmere oss enn alle de andre stjernene, bare 150 millioner kilometer unna.



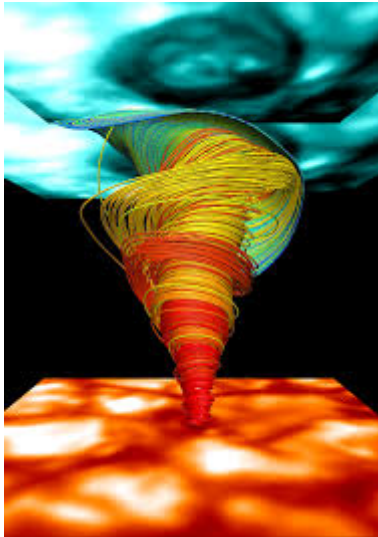
Sola består for det meste av gassene hydrogen og helium. Inne i kjernen av sola, hvor det er opptil 15 millioner grader, blir disse gassene presset hardt sammen på grunn av det voldsomme trykket og det skaper stadige kollisjoner. Kollisjonene gjør at hydrogenkjernene smelter sammen og lager heliumatom. Samtidig frigjøres det lysstråler (gammastråling). Det er denne energien som holder sola så strålende. Hvert sekund blir ca. 700 millioner tonn hydrogen omgjort til helium og lyspartikler.

På veien utover fra kjernen er det så fullt av slike lyspartikler at de kolliderer og skifter retning i et sett. Det gjør at lyset kan ta opptil 200 000 år før det når overflaten og kan stråle fritt ut i verdensrommet. Derfra går det mye fortere.

Sola består bare av bølgende gass, men den delen vi anser som overflaten, det som vi kan se, kalles Fotosfæren. Der er det bare 5500 grader Celsius. Noen ganger kan vi observere mørke flekker i Fotosfæren. Disse kalles solflekker. Solflekker oppstår når kraftige magnetfelt trenger seg opp gjennom overflata og hindrer noe av energien å komme ut. Flekkene blir mørke fordi de er mye kjøligere enn resten av overflata. Det er mulig å se disse flekkene med solteleskop eller Sunspotter, man kan gå inn på <https://sdo.gsfc.nasa.gov/> eller <https://sohowww.nascom.nasa.gov/data/realtime/realtime-update.html> for å se helt nye bilder av sola.

Fra Fotosfæren beveger vi oss videre utover i atmosfæren til sola og kommer til kromosfæren. Kromosfæren er ikke en synlig del av sola, bortsett fra ved solformørkelser. Da vises den som et rødt, glødende skjær. Temperaturen i kromosfæren går fra 4500 grader til 30 000 grader, og plutselig, når vi kommer til solas ytre atmosfære, koronaen, blir den mellom 1-2 millioner grader. Dette har vært et mysterium for solforskere i mange år.

Tenk deg et rom med et peisbål i en ende. Ved bålet varmer det godt, men når du beveger deg lenger unna blir det kaldere. Det er vel naturlig, når vi beveger oss bort fra varmekilden? Men, så kommer du til den andre enden av rommet, og der er det plutselig veldig mye varmere. Det hadde du nok tenkt var litt merkelig! Men sånn er det altså på sola.



Bilde: Wedmeyer-Bröm

En gruppe forskere fra Universitetet i Oslo har klart å finne deler av svaret på dette mysteriet. De har oppdaget enorme magnetiske tornadoer mellom fotosfæren og koronaen. Disse tornadoene frakter med seg enorme mengder energi (varme) fra overflaten og utover. I videoene under ser vi faktiske opptak fra NASA satellitter som observerer sola.

<https://www.youtube.com/watch?v=qJhT2-dYuSs>

<https://www.youtube.com/watch?v=WpL43CXQcts>

Solstormer

Noen ganger oppstår det vi kaller CME (Coronal Mass Ejection). CME skjer når magnetfeltene på soloverflata skaper uro så solpartikler og gass skytes ut i verdensrommet i enorme mengder. Det er dette som kalles en solstorm, og den kan bevege seg med en hastighet på inntil 3000 km/s og har en gjennomsnittsmasse på 1.6×10^{12}

I lenken under, ser vi en video som er filmet av satellitten SOHO (solar and heliospheric observatory). Vi ser et kraftig solutbrudd rettet direkte mot jorda. Etter få sekunder, slynges store mengder partikler mot satellitten.

https://www.narom.no/wp-content/uploads/2019/03/C2diffCMEoo_4_1_3.mp4

Omtrent 18-20 timer etter utbruddet på sola, treffer solstormen jorda. På den internasjonale romstasjonen passer de ekstra godt på under slike utbrudd. Strålinga fra solstormen kan være svært skadelig for astronautene. Ved veldig kraftige solstormer kan satellitter bli skadet eller strømmettet på jorda kan bli slått ut. Med andre ord kan dette føre til store problemer for oss.

En annen konsekvens av solstormen, er mindre skremmende. Når partiklene i solstormen treffer magnetfeltet til jorda, trekkes de ned mot polområdene og kolliderer med atmosfæren vår. Kollisjonene mellom partiklene fra sola og jordas atmosfære avgir energi i form av fargesprakende lys, som vi kjenner som nordlys.

Stråling fra sola

Solstormene fører med seg elektromagnetisk stråling, i form av partikler, elektroner og protoner, med lav energi. Denne strålinga kan være farlig for oss mennesker fordi partiklene kan gå rett gjennom oss og gjøre skade eller føre til alvorlige sykdommer.

Også satellitter kan utsettes for skade av kraftige solvinder. Tenk på konsekvensene av å miste satellitter som hjelper oss med kommunikasjon og GPS. Dette kan føre til kaos i dagens samfunn, hvor vi har gjort oss ganske avhengige av teknologien vår. Hva skjer hvis vi en dag mister all internettkommunikasjon og telekommunikasjon? Bankkort slutter å virke, flytrafikk stopper, og mange sikkerhetssystemer faller sammen. Dette er bare noen av problemene som vil oppstå.

Som vi ser, kan denne strålinga være svært farlig for oss. Heldigvis er vi godt beskyttet her på jorda, både av magnetfeltet og atmosfæren vår, som pakker oss inn som i en boble. Samtidig gir denne beskyttelsen oss, kombinert med strålinga fra sola, det flotte lysshowet på himmelen. Nordlyset. Men når vi beveger oss utenfor denne beskyttelsen, for eksempel til den internasjonale romstasjonen (ISS), eller på et romfartøy på tur til månen, mister vi tryggheten dette gir. Strålinga kan gå rett gjennom veggene i romfartøyet og gjøre skade på utstyr. Det kan treffe astronauter som kan bli svært syke, eller i verste fall dø. Heldigvis ligger ISS for det meste i bane rett innenfor magnetfeltet, og det gir dem noe av beskyttelsen vi har på jorda. Likevel har de rom hvor astronautene kan være ekstra beskyttet skulle de bli utsatt for en kraftig solstorm.

Tenker vi oss romferder som beveger seg lenger bort fra jorda, som til månen eller til Mars, må vi tenke på bedre beskyttelse. Romfartøyet i seg selv trenger beskyttelse, og ikke minst når astronautene skal oppholde seg på overflaten. Både månen og Mars mangler magnetfelt. I tillegg er månen også helt uten atmosfære. Mars har litt atmosfære, men den er svært tynn, og gir derfor svært lite beskyttelse. Hva må vi gjøre for å beskytte astronautene på slike reiser? De store romorganisasjonene jobber mye med dette, og det er laget store konkurranser for studenter og andre som kan komme med ideer og forslag til hvordan det løses. Det har kommet mange gode forslag, alt fra å bygge underjordiske baser eller forslag til materialer for strålingsskjold. Dette er en spennende utvikling å følge med på.

Aktivitet 1 Solflekker

På www.spaceweather.com kan dere finne en oversikt over solflekktaktiviteten de siste årene.



The screenshot shows the homepage of spaceweather.com. The top navigation bar includes links for Aurora Alerts, Submit Your Photos, Contact Us, Subscribe, Flybys, and Earth to Sky. The main content area is divided into several sections:

- Current Conditions:** Displays solar wind speed (368.5 km/sec), density (3.4 protons/cm³), and X-ray Solar Flares (A1 1115 UT Feb05). It also shows the Daily Sun (05 Feb 19) with a blank sun image and a sunspot number of 0.
- What's up in space:** Features an article about the solar minimum and a video titled "SOUTH POLE | NIGHT IN ANTARCTICA" showing the aurora.
- Archives:** A sidebar on the right with dropdown menus for February, 5, and 2019, and a "view" button.

1. Se på bildet av sola til venstre på nettsida. Hvor mange solflekker er det i dag? Se på oversikten under bildet. Hvor mange dager i 2018 hadde sola synlige flekker? Hvor mange i 2015?

Når kan vi si at vi hadde siste solmaksimum? Hvor lenge varte denne perioden? Når kan vi anta at vi får en ny periode med solmaksimum?

2. Under «archives» på høyre side, velg en dato, kanskje bursdagen din. Hvor mange solflekker var det den dagen?
3. Se på bilder av sola 7 dager etter hverandre. Finn gjerne en periode med mye aktivitet. Skriv ut bildene eller tegn av så nøyaktig som mulig.

Noter følgende:

- Endring i flekkenes form gjennom observasjonstiden
- Eventuelle solflekkgupper
- Eventuelle nye solflekker

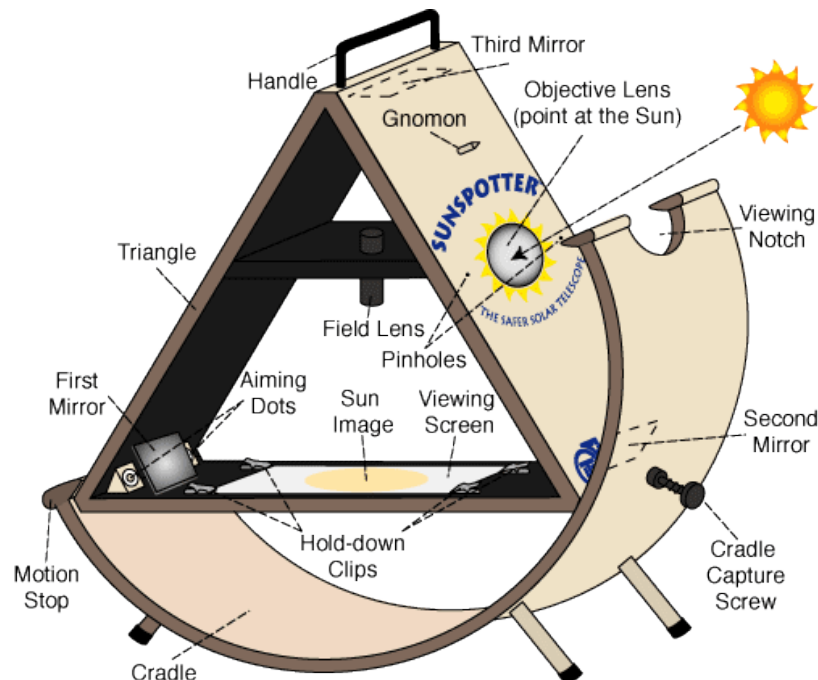
Tegn banen til hver flekk (bruk linjal). Du skal nå ha tegnet parallelle linjer. Solflekkene beveger seg veldig lite, så endringene dere ser skyldes solas rotasjon. Prøv å tegne inn solas ekvator, nordpol og sydpol.

Hvor mange grader har hver enkelt solfleck beveget seg i løpet av observasjonsperioden, og hvor stor er solas omdreiningshastighet målt i grader per døgn? (Husk at sola er en kule. Flekkene lengst øst og lengst vest har tilsynelatende beveget seg minst, men dette kan være et synsbedrag).

I enkelte perioder ser vi flekker både i nærheten av solas ekvator og på høyere/lavere breddegrader (lenger nord/sør). Er det merkbar forskjell på solas rotasjonshastighet målt ved ekvator og på høyere breddegrader?

Aktivitet 2 Sunspotter

En Sunspotter er et enkelt teleskop som består av to linser og tre speil. Den gir et fint bilde av solas overflate i hvitt lys. Det mest interessante fenomenet som vi kan studere med Sunspotteren er solflekker og dessuten solformørkelser hvis anledningen skulle by seg.



Bilde: Skjematisk illustrasjon av sunspotteren

På bildet over kan man se hvordan Sunspotteren er bygd opp. Sollyset slipper inn gjennom et grovt okular, hvor det spres for å få et større bilde. Plasser et hvitt papir på brettet. Lyset reflekteres via tre speil og inn i en ny feltlinse, og samles igjen ned på papiret, hvor vi kan se et bilde av sola og eventuelle solflekker, eller en eventuell solformørkelse i fall det er den aktuelle hendelsen.

En Sunspotter er et vitenskapelig instrument som koster mye penger. De fleste kan ikke kjøpe dette på egen hånd. Hos NAROM

<https://www.esero.no/ressurser/utstyr-til-utlan/> kan dere låne dette gratis.

Sett Sunspotteren ute i sola. Fest et hvitt ark på den nederste plata og juster skopet slik at bildet av solen ligger midt på arket. Tegn med en spiss blyant rundt omrisset av solskiven og solflekkene, så nøyaktig som du kan.

Dersom dere har mulighet til å gjennomføre forsøket flere dager på rad, på omtrent samme tid og sted kan dere også studere solas rotasjon ved å se hvordan flekkene har beveget seg.

Noen av de minste solflekkene kan være diffuse og det er derfor vanskelig å avgjøre om de er reelle solflekker når vi bare studerer dem gjennom Sunspotteren. Sammenlign derfor bildet fra Sunspotteren med bildet du ser på følgende side: www.spaceweather.com

Hvis det er overskyet kan en også bruke nettsiden over til å se etter solflekker istedenfor å bruke Sunspotteren.



Aktivitet 3 Strålingsfare ved en månelanding

I denne aktiviteten skal vi se på en av farene ved å lande på månen. Vi vet at månen ikke har noen atmosfære som kan bremse eller beskytte mot stråling fra sola.

Når vi reiser i verdensrommet er vi alltid utsatt for stråling fra både sola og annen stråling som kommer fra steder utenfor solsystemet. den elektromagnetiske strålinga fra sola, fotoner, bruker bare 8 minutter til å nå oss her på jorda. Ettersom månen går i bane rundt jorda, tar det omtrent samme tid for strålinga å nå dit.

Stråling mister ingen energi på reisen gjennom verdensrommet, men jo lenger den reiser, desto større blir området det spres over. For å regne ut mengden stråling vi mottar, kan vi bruke denne formelen:

$$F = \frac{S}{4\pi r^2}$$

Hvor F= flux, r= distanse, S= stråling. Dette er kjent som den inverse kvadratlov.

Flux er gjennomstrømningstettheten for et område i et gitt tidsrom. Distansen mellom sola og månen er den samme som mellom sola og jorda. Denne avstanden er, $r = 149\,597\,871$ km, også kalt en astronomisk enhet (AU).

På jorda absorberer atmosfæren omtrent 50% av stråling. På månen har vi ikke den beskyttelsen, noe som betyr at vi kan bruke informasjonen ovenfor til å regne ut flux på månen. Vi kan altså finne den totale strålingsmengden mottatt per sekund. Absorbert strålingsdose måles i Sievert (Sv).

Den kosmiske strålingsdosen på månens overflate er omtrent 0,3 Sv/ år. Over en 11 års syklus kan solpartikler med energi på over 30 eV, gi 10 Sv. Solpartikler avgir mesteparten av sin energi i perioder på bare noen dager i en 11 års syklus, mens kosmisk stråling er mer konstant.

a)

Solas energiproduksjon er:

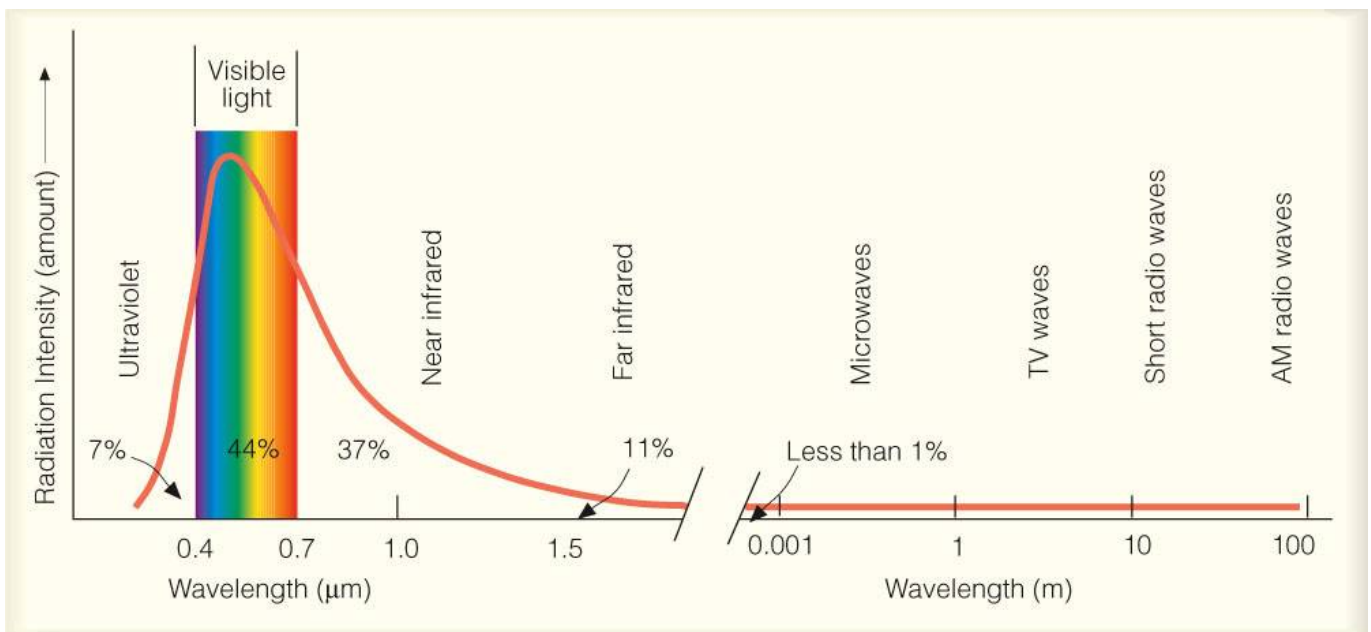
$$S = 3,828 \cdot 10^{26} \text{ W}. \quad 1 \text{ W} = 1 \text{ J/s}$$

Bruk informasjonen gitt til å regne ut Flux, F, for overflata på månen gitt i W/m^2 . (Husk at avstanden, r, er gitt i km, så dere må konvertere til m)

b)

Ikke all stråling er like farlig. I det elektromagnetiske spekteret er de farligste ultrafiolett stråling og stråling med kortere bølgelengder, som røntgenstråling og gammastråling. I bildet nedenfor ser dere Planks kurve. Der kan man se at omtrent 7% av all stråling kommer inn under denne kategorien. Bruk svaret fra forrige oppgave og grafen under (figur 1) til å beregne hvor mye av denne farlige strålingen astronauter blir utsatt for

- i. Per sekund
- ii. På en time
- iii. På en dag



© 2007 Thomson Higher Education

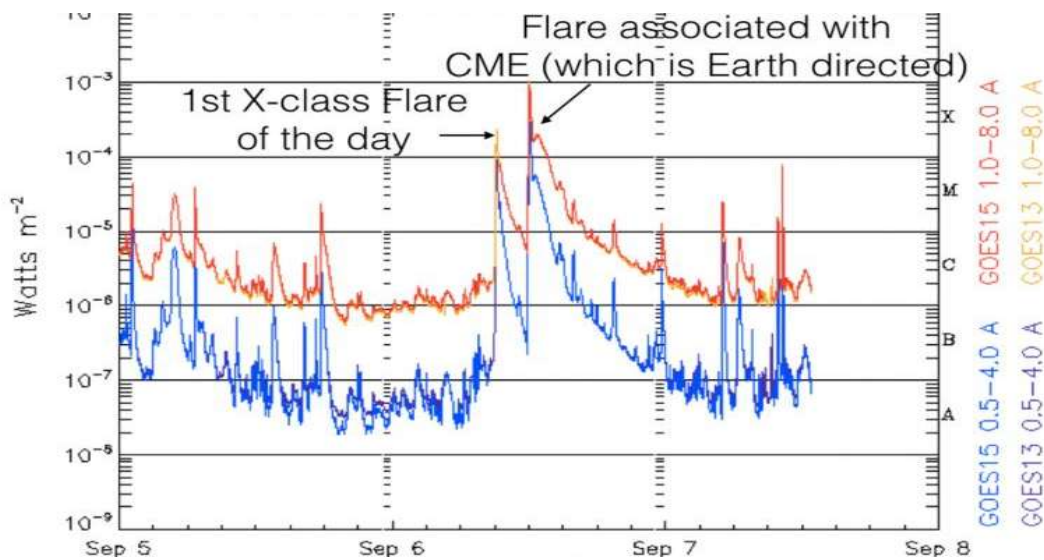
Figur 1: Planck kurve

I oppgave a) og b) så vi på den elektromagnetiske utstrålingen fra sola. Her skal vi se på partikkelstrålingen (solvinden) som sola også sender ut.

I teksten snakket vi om CME og at det fører til solstormer som kan treffe jorda. I grafen i figur 2 kan dere se partikkelstrålingen ved et slikt utbrudd.

c)

Les av grafen (figur 2) ved CME-utbruddet og noter ned strålingstettheten i W/m^2 . Vær oppmerksom på at skalaen er eksponentiell.



Figur 2: Viser stråling ved et CME utbrudd i 2017

d)

Diskuter hva vi kan gjøre for å unngå at astronauter blir strålingssyke mens de utforsker månen.

Kildehenvisning

- Innholdet er utviklet av NAROM for Nordic ESERO
- NASA (2018. Juni 11) *Why space radiation matters*. Hentet fra <https://www.nasa.gov/analogs/nsrl/why-space-radiation-matters>
- Human Safety in the Lunar Environment: www.nss.org/settlement/nasa/spaceresvol4/human.html

Bilder

- <https://phys.org/news/2017-09-massive-sunspots-huge-solar-flares.html>
- http://apollo.lsc.vsc.edu/classes/met130/notes/chapter2/plank_sun_closer_look.html