

Hva er den Øvre Atmosfæren?!

Av Hayanon

Oversatt fra engelsk av Ieva Juskenaitė

Redigert av Andrea Dahlmo Løkke

Under veiledning av Magnar G. Johnsen



Hvorfor

blir luften tynnere ved større høyder?

Som du sikkert vet, blir luften tynnere jo høyere opp du kommer. Det er derfor vi synes det er vanskelig å puste når vi er på høye fjell. For eksempel, på toppen av Mt. Fuji (3776 meter over havet (moh)) er luften bare to tredjedeler av luften ved havnivå. Lurer du ikke på hvorfor det er slik?

Årsaken til det er relatert til jordas gravitasjonskraft. Jeg skal forklare det nå. Luft, selv om det veier lite, blir trukket ned av gravitasjon. Faller all luften ned til bakken da? Det er ingen grunn for bekymring. Det skjer aldri fordi at molekylene i luften beveger seg fort i forskjellige retninger og kolliderer med hverandre. Kraften som blir utøvd av disse molekylene kalles for lufttrykk.

Lufttrykket er 1 kg/cm^2 ved bakkenivå. Med andre ord, luften som er samlet på tommelen din veier omtrent 1 kg. Til tross for det, blir vi ikke most mot bakken, siden like stort trykk blir presset utover fra kroppene våre.



Jorden er omgitt av en atmosfære som består av luft. Atmosfæren har forskjellig tetthet og trykk på forskjellige høyder. Ved bakkenivå er luften tettere og mer komprimert på grunn av vekten av luften over. Jo høyere opp man går, desto mindre trykk opplever man, og luften blir gradvis tynnere og mindre sammenpresset.

Du kommer til å finne ut at den tynnere luften i større høyder har unike egenskaper som skiller seg fra luften som vi har ved bakkenivå. Luften der oppe er elektrisk ladet, har endringer i sammensetning, og avgir til og med lys! Den øvre atmosfæren er en plass full av slike mysterier, og samtidig, er den grensen mellom verdensrommet og jordas atmosfære.

Denne gangen kommer Mol og Mirubo til å utforske den øvre atmosfæren. La oss bli med dem!



Ugghh, hvorfor er det så tungt?

Det er ferie i dag.



Vitenskapsentusiasten Mol og robothunden hennes Mirubo slapper av mens de nyter synet av himmelen.

Himmelen er så fin, ikke sant?

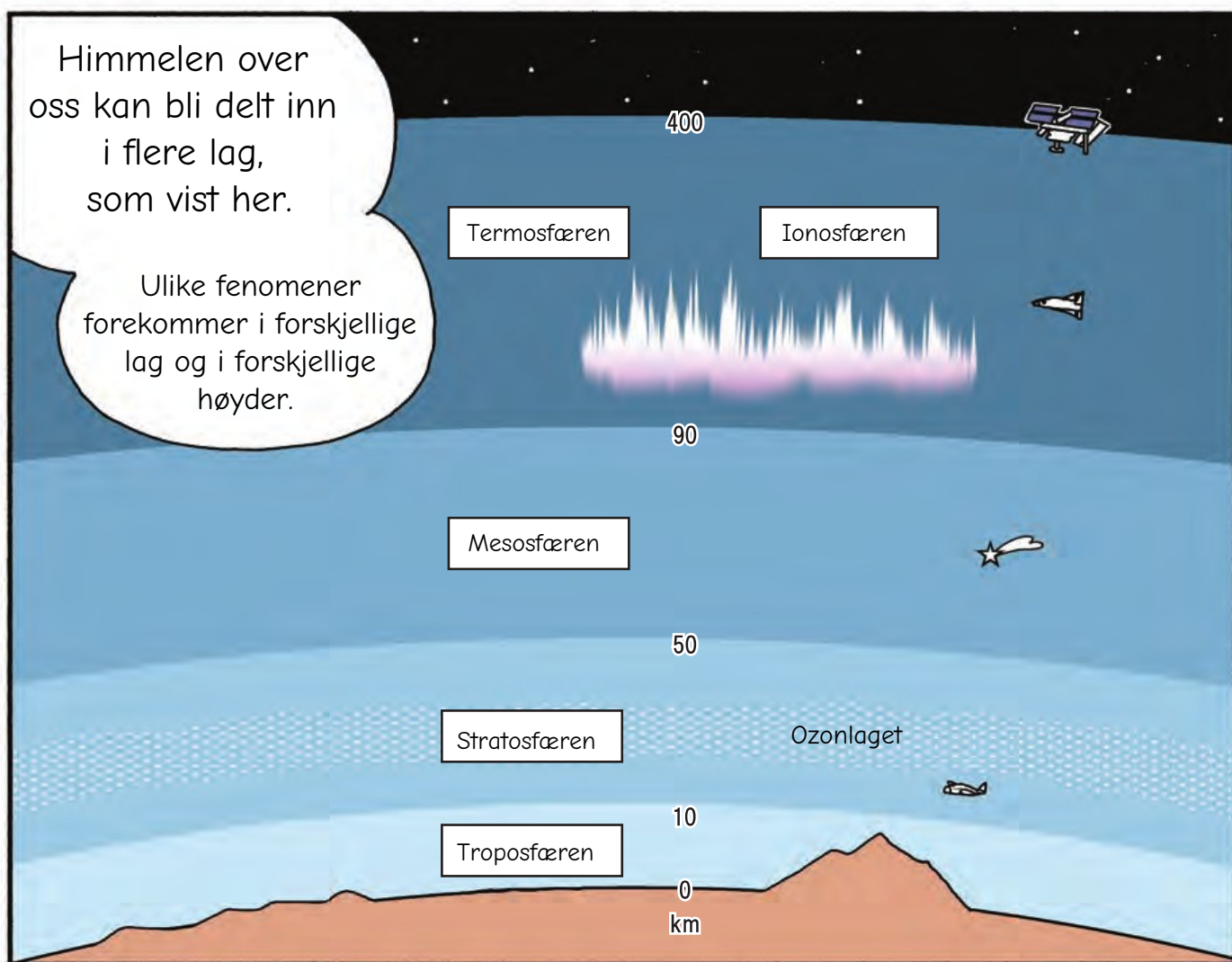
Klar himmel er alltid det beste.

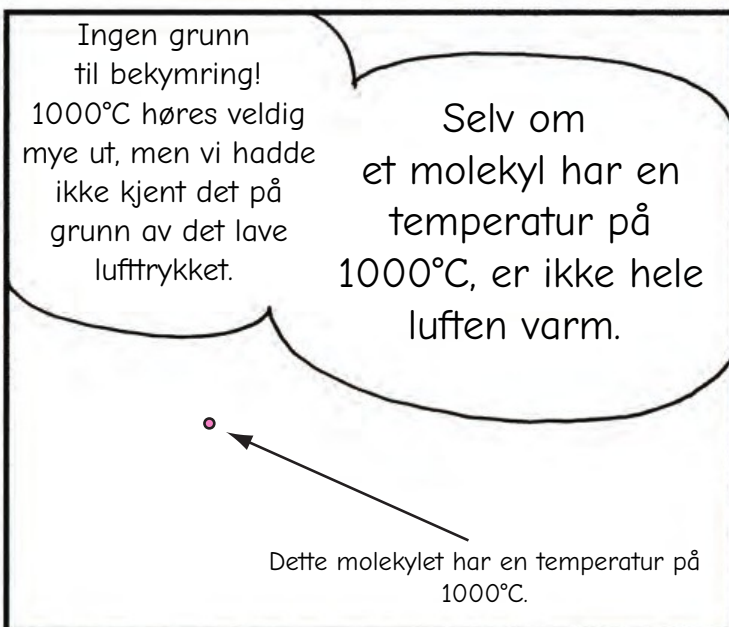
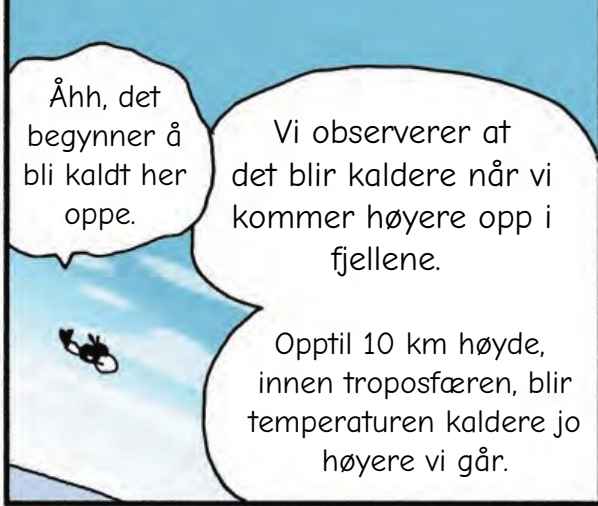
Mirubo, hvordan ser den øvre delen av himmelen ut?

Toppen av himmelen?

Vel, over skyene, men under verdensrommet.

Hmm ...
I nærheten av grensen?





Vindhastigheten blir større jo høyere opp vi kommer.

Den er på noen titalls meter per sekund i mesosfæren, og går opp til ...

... mer enn 100 meter per sekund i termosfæren.

Jeg kan ikke kjenne den høye vindhastigheten i det hele tatt!!
Hvorfor??



Samme grunn som forklaringen for temperatur.

På grunn av det lave lufttrykket, kjenner vi ikke store vindhastigheter her oppe som vi kunne gjort hvis vi var på bakken.

Forskjellige typer vind eksisterer på forskjellige høyder.

En av dem stammer fra den **atmosfæriske tide-effekten**.

Akkurat som tidevannet i havet, vokser og avtar atmosfæren også.

Vinden som blir drevet av tide-effekten i termosfæren blåser fra dagsiden til nattsiden.

Det er på grunn av luften som utvider seg, da den varmes opp av sollyset på dagsiden.



Det betyr at vinden blåser fra øst mot vest på morgenen.



Mens på kvelden blåser den fra vest til øst.

Øst



Det finnes også **planetære bølger**. Disse bølgene går rundt hele jorda.

Periodene deres spenner seg fra noen dager til flere titalls dager med en lang bølgelengde.



For eksempel, enkelte plasser på jorda kan planetære bølger føre til både varme og kalde dager med bare noen få dagers mellomrom!



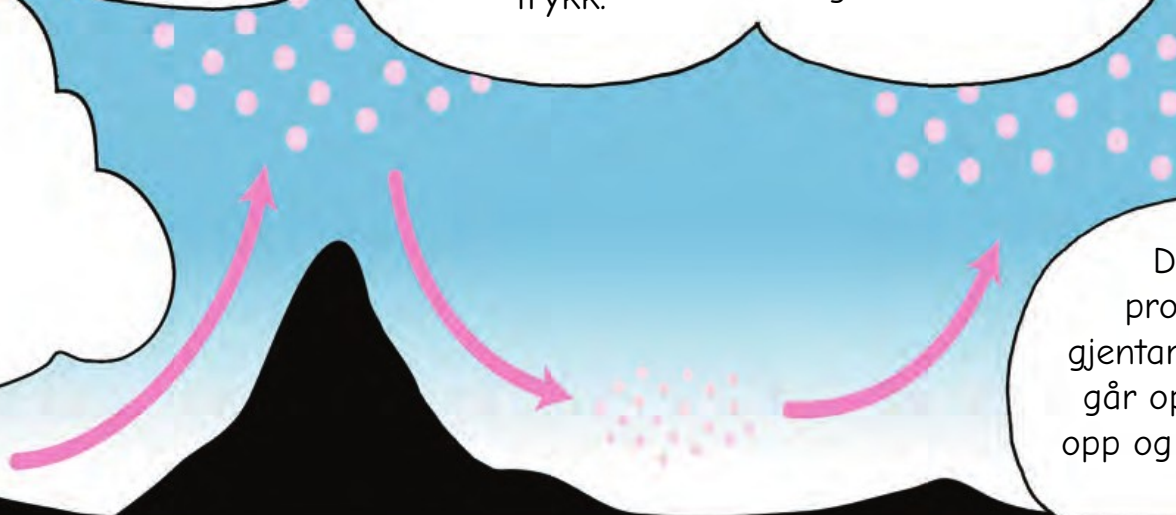
I tillegg, oscillasjon av luften med en periode mellom noen titalls minutter og dager er kjent som **atmosfæriske gravitasjonsbølger**.

For eksempel, når bygeskyer drifter oppover eller når vinden blåser skyene mot fjell, løftes luften.

Pakker av luft utvider seg når de stiger opp og opplever lavere trykk.

De oppblåste luftpakkene synker deretter fordi oppblåsing fører til lavere temperatur og mindre tetthet.

Luftpakkene blir så løftet opp igjen siden de har blitt lettere grunnet høyt trykk og høyere temperatur.



Denne prosessen gjentar seg, luften går opp og ned, opp og ned, opp ...

Disse gravitasjonsbølgene går opp til toppen av mesosfæren, hvor de da blir ødelagt, som fører til utslipp av varme og kraft.

Denne gravitasjonsbølgekraften er stor nok til å forandre på stor-skala vindsystemer i mesosfæren.

La oss gå
høyere opp til
ionosfæren!



Her deler
UV-stråling atomer
og molekyler opp i
ioner og
elektroner.



Denne prosessen blir
kalt for **ionisasjon**.

Gassen som består av
elektroner og ioner er
kjent som plasma.

Det er derfor
den kalles
ionosfæren!

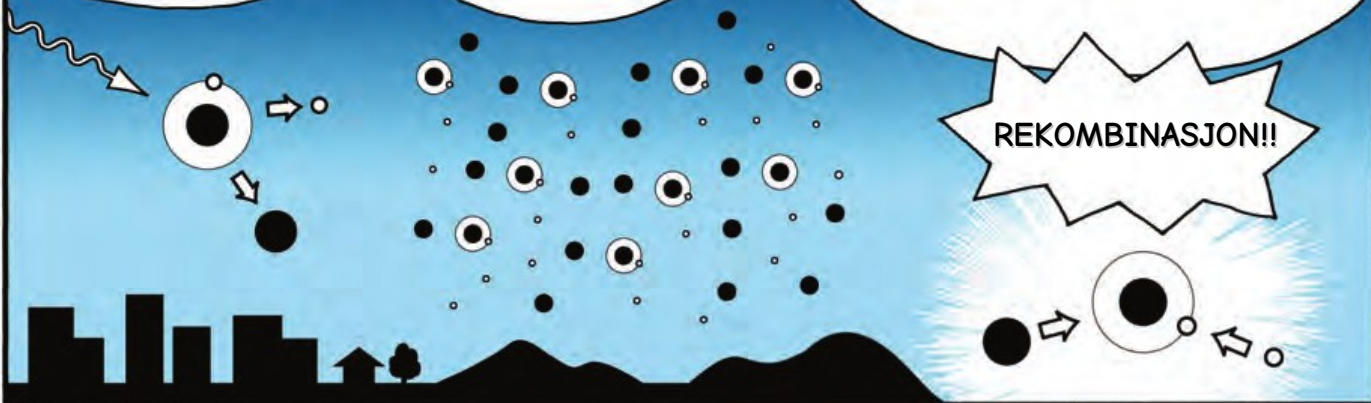


Ionisasjon kan
også skje i luften
nær bakken,
men ...

... siden
lufftrykket er høyt
der, ...

... rekombinerer de separerte
elektronene og ionene seg
umiddelbart.

REKOMBINASJON!!



På den andre siden,
er lufftrykket ganske
lavt i ionosfæren ...

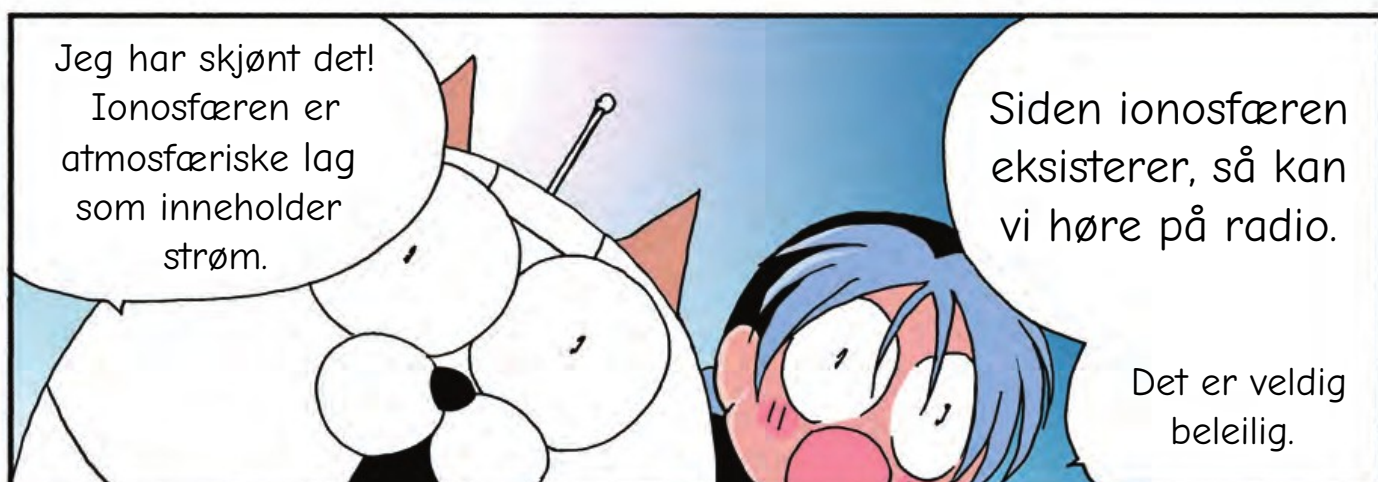
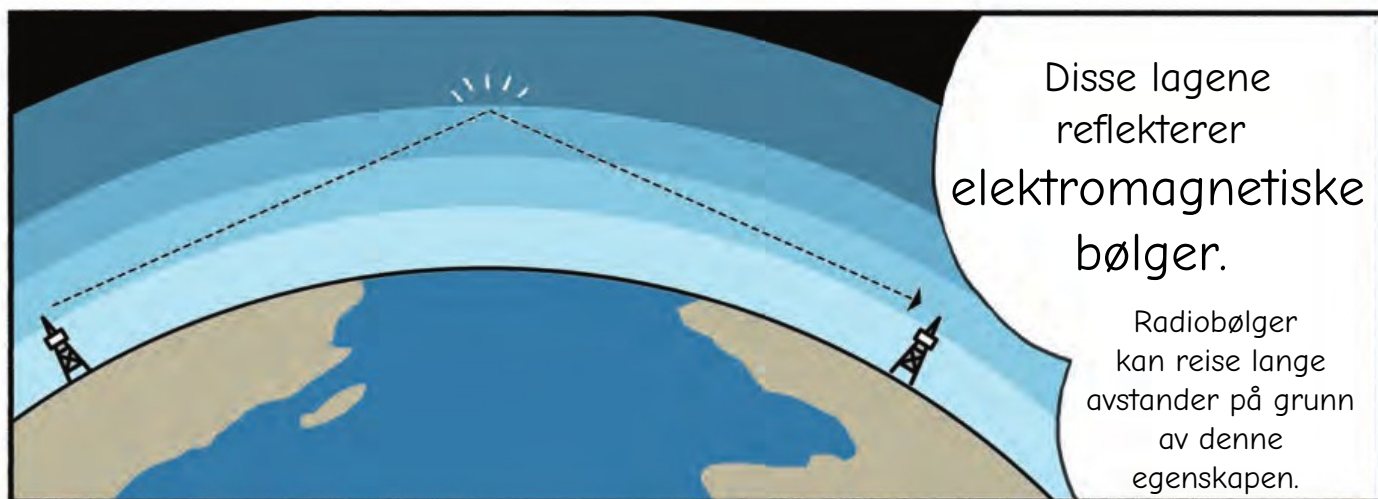
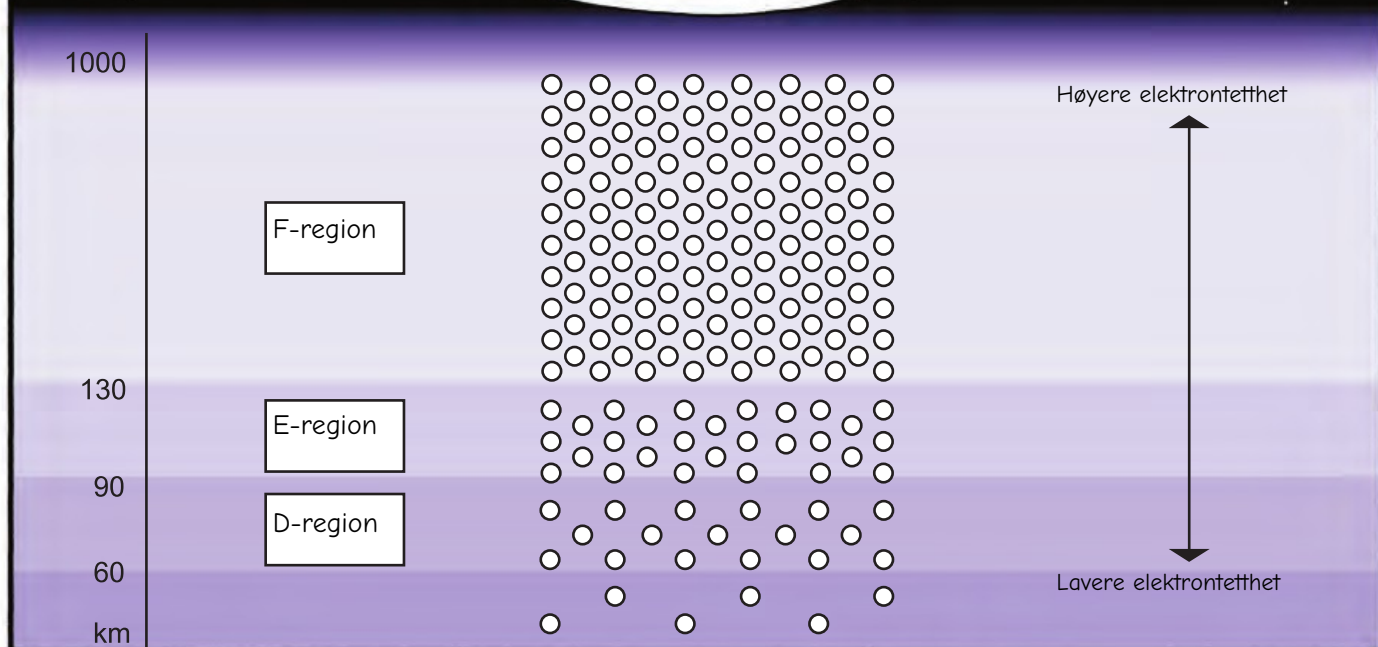
... dermed kan
plasma befinne
seg her lenge.



Ionosfæren består av forskjellige lag ...

... i henhold til forskjellige elektrontettheter, som for eksempel E- og F-lagene eller regionene.

Elektrontetthet er høyere i den øvre delen av ionosfæren. Elektrisk strøm sirkulerer i disse regionene.



Om natta, når det ikke finnes noen UV-stråling, er rekombinasjon mer effektiv enn ionisasjon, slik at elektrontettheten i luften blir mindre enn på dagtid.

Ionosfæren forandrer seg på grunn av temperatur- og vindforandringer. La oss se på noen eksempler.

En boble-lignende struktur kan noen ganger bli dannet i F-regionen i ionosfæren i nærheten av ekvator.

Inne i denne strukturen er elektrontettheten lavere, dermed er disse strukturene kalt **plasmabobler**.

En klynge av plasma med høy tetthet kan eksistere i nærheten av Nord- og Sørpolen, til og med der det ikke er noe sollys. Disse strukturene, som kalles

polare plasmaskyer,

blir transportert inn i polkalotten fra dagsiden hvor de ble dannet.

I tillegg kan stripete mønster av elektrontetthet forekomme over Japan og andre land.

Middels-skala reisende ionosfæriske forstyrrelser

Disse stripene kan også være tsunami-lignende atmosfæriske bølger, som danner seg i polarregionene og reiser til midle og lave breddegrader.

Stor-skala reisende ionosfæriske forstyrrelser

Ionosfæren er viktig for vårt dagligdagse liv, men grunnet dens ustabile natur kan det noen ganger forstyrre signaler på satellittradio, ...

... slik at kommunikasjons- og GPS-signaler kan bli avbrutt. Forskningsprosjekter blir igangsatt for å studere ionosfæren, ...

... slik at vi kan forbedre kommunikasjons- og navigasjonssystemene våre for å få mindre problemer med dem.

Hvis vi kunne ta med oss måleinstrumentene til denne høyden selv, hadde det vært ganske fint.

Det er ganske enkelt for deg, Mirubo. Men for oss...

Hva? Hvorfor?

Men, det er vanskelig å direkte undersøke den øvre atmosfæren.

Hvorfor?

Satellitter kan ikke fly under 300 km høyde, fordi luftmotstanden er for høy under denne høyden.

Men, ballonger og fly kan ikke nå så høyt.

Det er ikke enkelt å observere atmosfæren mellom disse høydene.

Termosfæren

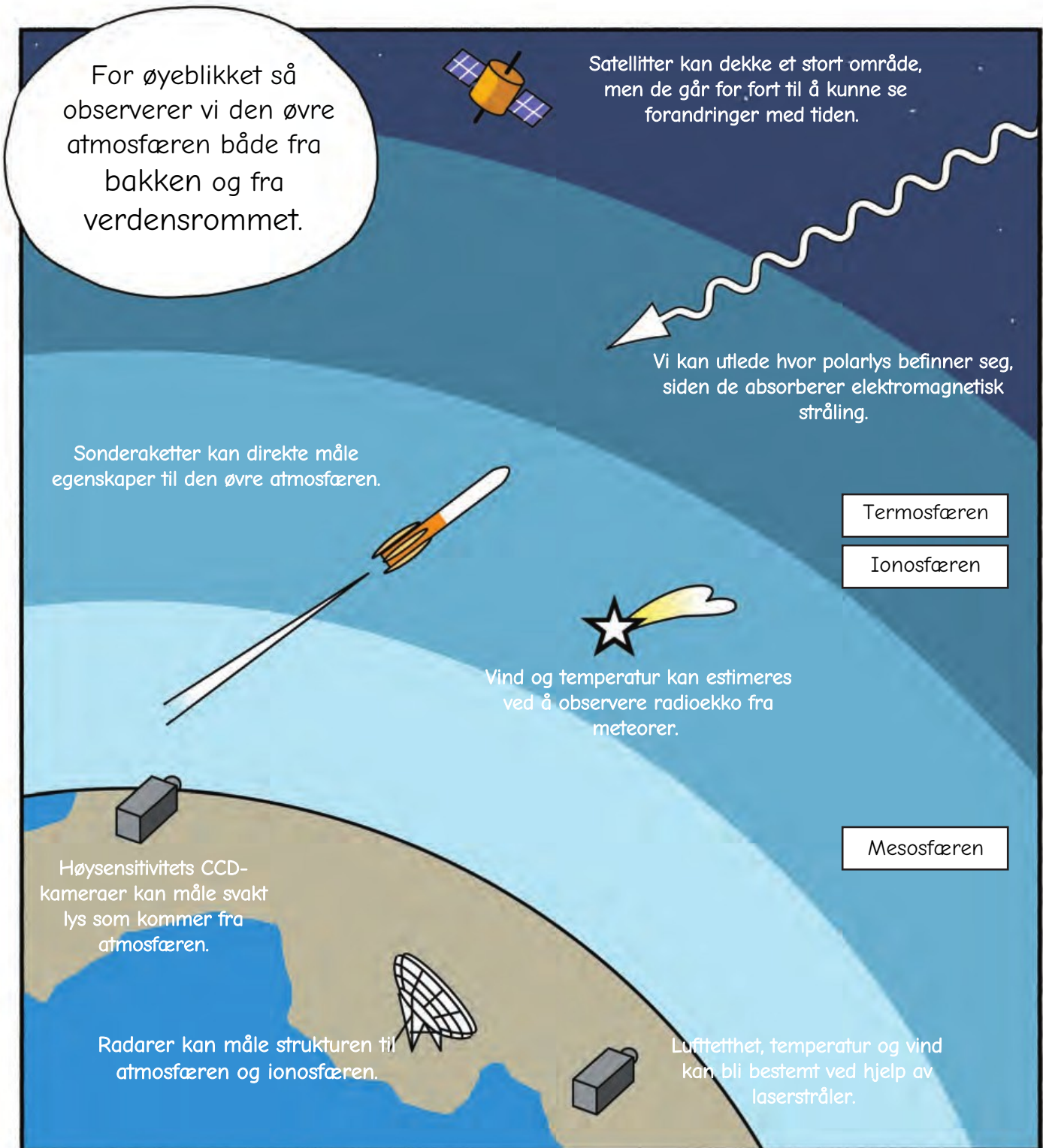
Ionosfæren

Mesosfæren

Satellitt over 300 km

Ubemannet ballong under 50 km

Fly under 50 km



Hvorfor fortsetter forskere å utforske ...

... den øvre delen av atmosfæren, selv om det er vanskelig å ta målinger av den?

Husker dere hva jeg fortalte dere om ionosfæren?

Igjen, den øvre atmosfæren er uunnværlig for livene våre.

Det har blitt oppdaget at mens global oppvarming utvikler seg i den nedre delen av atmosfæren/troposfæren, kjøles temperaturen i den øvre delen av atmosfæren ned.

Datamaskinsimuleringer viser at når nivået av drivhusgasser dobles, minker temperaturen i den øvre atmosfæren drastisk, med opptil 10°C i mesosfæren og opptil 50°C i termosfæren.

Vi burde kunne oppdage global oppvarming tidligere ved å observere den øvre atmosfæren i stedet for å se på data fra bakkenivå.

La oss ikke glemme at termosfæren er den regionen hvor romfartøy og den internasjonale romstasjonen befinner seg i.

Når mennesker kommer til å bo i verdensrommet i fremtiden, ...

... så kommer vi kanskje til å se plasmaforstyrrelser rett utenfor vinduet ...

... og kommer til å kunne se ned på nydelige polarlys.

Det høres fantastisk ut!
Vi kommer til å bli mer og mer kjent med den øvre atmosfæren.

Jeg gleder meg så mye til å følge med på progresjonen til disse forskningsprosjektene!

Hva er den Øvre Atmosfæren?!



Hei, Sensei. Jeg vil gjerne finne ut av hvordan det ser ut i den øvre delen av jordas atmosfære.



Hvis du hadde samlet all strømmen som befinner seg i den øvre delen av atmosfæren, kunne du fortsette å grille kjøtt i mye lengre tid enn hva du kan se for deg.



Det vil jeg også finne ut av. Kan man se et klart tak på atmosfæren?



Selvfølgelig ikke. Det finnes et stort område forbi den øvre atmosfæren. Siden det ikke er luft i verdensrommet, blir den øvre atmosfæren sett på som en grense mellom jorda og verdensrommet, eller toppen av atmosfæren.



Hvorfor studerer du ionosfæren? Har den noen påvirkning på livene våre?



Variasjonen i ionosfæren kan føre til forstyrrelser i satellitt-kommunikasjon og GPS navigasjon, og TV/radio-sendinger. For at vi skal kunne utnytte ionosfæren på en mer effektiv måte, må vi først forstå den bedre.



Hvorfor kan du dele atmosfæren inn i forskjellige lag som du gjør når du snakker om den «øvre» atmosfæren?



Veldig bra spørsmål, Mol. Tykkelsen av jordas atmosfære er bare noen få hundre kilometer, og den er veldig tynn når man sammenligner den med jordas radius. Det er akkurat som en membran som omringer planeten vår. Selv om den er veldig tynn, kan forskjellige egenskaper bli funnet ved forskjellige høyder hvis man observerer den nøye.



Du burde være bekymret, Mirubo. Du har ingen retningssans og kan ikke gjøre noe som helst uten GPS.



Det stemmer ikke! Faktisk er min høypresise datamaskin veldig delikat, men noen ganger litt for delikat når det kommer til retningssans.



Jeg skjønner. Hvilke egenskaper er det den øvre atmosfæren har?



Den øvre atmosfæren, i likhet med ozonlaget, absorberer skadelige UV-stråler fra sola. Dere burde også vite at polarlys dannes i samme høyde som den øvre atmosfæren.



Fremfor alt annet, har den øvre atmosfæren et lag som blir kalt ionosfæren, hvor luften er delvis ladet. Ionosfæren reflekterer elektroniske bølger som blir sendt fra bakken. Vi bruker denne egenskapen til å observere den øvre atmosfæren ved bruk av radarekko.



Polarlysene kan bare bli sett i polare regioner, ikke sant?



Teknisk sett, ja. Når en geomagnetisk storm finner sted, kan polarlys også bli sett fra lavere breddegrader.



Hvorfor er det elektrisitet i den øvre delen av atmosfæren?



Er det noen mulighet for meg å se nordlys i Japan?



UV-stråling som kommer fra sola og plasma fra verdensrommet kan løsne elektroner som sirkulerer rundt atmosfæriske atomer, og føre til at luften blir elektrisk ladet. Siden lufttettheten er ganske lav i ionosfæren, tar det tid før de frie elektronene rekombineres, som fører til at luften blir holdt elektrisk ladd over en lengre periode.



Nordlys har blitt observert med veldig sensitive måleinstrumenter mer enn 20 ganger i Japan i løpet av de siste 10 årene. Nordlyset var til og med sterkt nok til å kunne sees en del av disse gangene.



Eh, Sensei, kan denne strømmen bli brukt til en elektrisk BBQ-grill?



Jeg har veldig lyst til å kunne se det i Japan, og jeg kommer til å følge med på det frem til jeg kan se det. Du kan ikke være med Mol, du må legge deg tidlig.

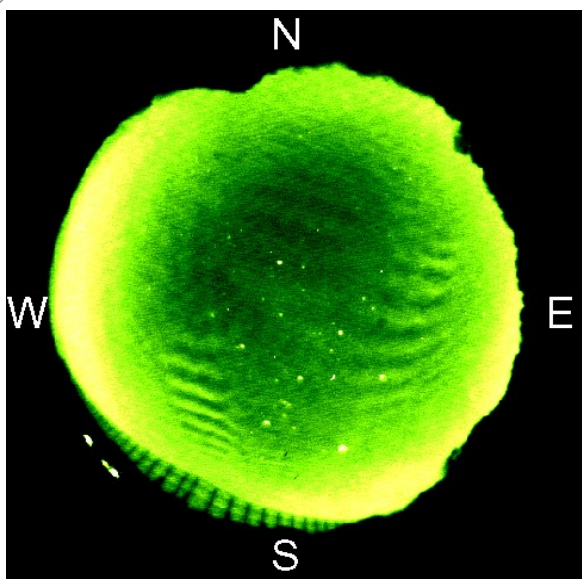


Det er ikke rettfærdig!!

Stripete

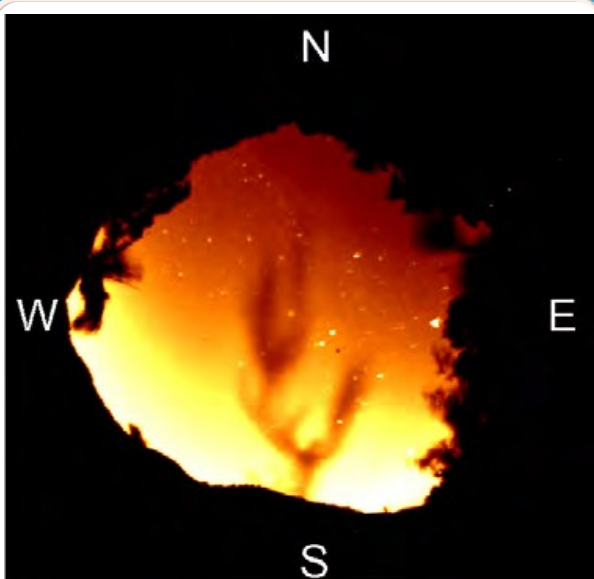
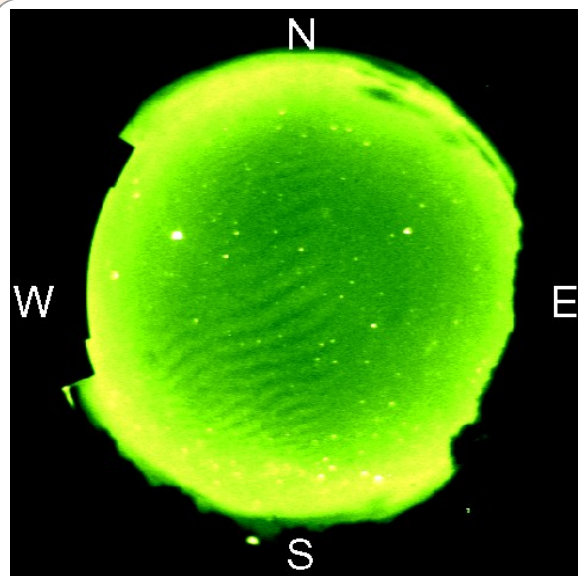
mønster i den øvre atmosfæren

Den øvre atmosfæren avgir et veldig svakt, så vidt synlig lys, kalt luftglød. To-dimensjonale bilder av dette lavintensitets-lyset kan bli skaffet ved å bruke høysensitive, nedkjølte CCD-kamera. Det har nylig blitt mulig å bruke denne metoden for å se forskjellige mønstre som kommer fra gravitasjonsbølger og plasmabobler fra den øvre atmosfæren. Fremdriften i denne delen av vitenskapen er raskere enn noen gang.

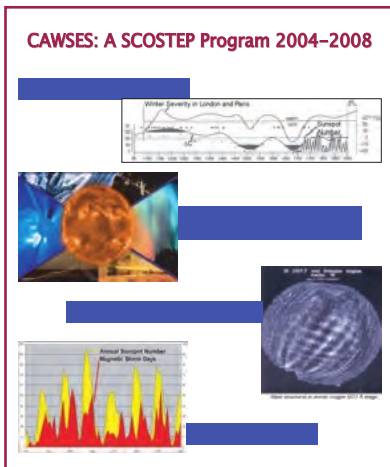


Eksempel på striper på 20-30 km bølgelengde-skala som viser eksistensen til gravitasjonsbølger i den øvre atmosfæren. Dette himmelbildet tatt på 557.7 nm (grønn) ble tatt ved MU Observatory til universitetet i Kyoto i Shigaraki, Japan, med 105 sekunders eksponeringstid, som et resultat av oksygenatomer ved 90-100 km høyde, dvs. den øvre mesosfæren.

Eksempel på striper på 20-30 km bølgelengde-skala, som viser eksistensen av gravitasjonsbølger i den øvre atmosfæren. Dette himmelbildet tatt på 557.7 nm (grønn) ble tatt ved Kototabang på Sumatra i Indonesia, med 105 sekunders eksponeringstid, som et resultat fra oksygenatomer ved 90-100 km høyde, dvs. den øvre mesosfæren.



Eksempel på plasmabobler (som ligner på greinene til et tre) i den øvre atmosfæren. Dette himmelbildet tatt på 630.0 nm (rød) ble tatt ved Sata Station av Solar-Terrestrial Environment Laboratory i Kagoshima, Japan, med 165 sekunders eksponeringstid, som et resultat av oksygenatomer ved 200-300 km høyde, dvs. ionosfæren.



Climate and Weather of the Sun-Earth System (CAWSES)

CAWSES er et internasjonalt program som er finansiert av SCOSTEP (Scientific Committee on Solar-Terrestrial Physics) og har blitt etablert med formål om å forbedre vår forståelse av verdensrommet, og hvordan verdensrommet påvirker livene og samfunnet vårt. Hovedoppgavene til CAWSES går ut på å hjelpe koordineringen av internasjonale aktiviteter innenfor observasjon, modellering og utvikling av teori som er kritisk for denne forståelsen, å engasjere forskere i alle land og tilby utdanningsmuligheter for studenter på alle nivå. Hovedkontoret til CAWSES ligger hos Boston University, MA, USA. Figuren til venstre viser de fire vitenskapsspesialiseringene til CAWSES.

<http://www.bu.edu/cawses/>

<http://www.ngdc.noaa.gov/stp/SCOSTEP/scostep.html>



Solar-Terrestrial Environment Laboratory (STEL), Nagoya University

STEL drives gjennom et samarbeid mellom flere universiteter i Japan. Hensikten til STEL er å fremme «forskning på strukturen og dynamikken til sol-jord systemet» ved samarbeid mellom flere universiteter og institusjoner i Japan og i utlandet. Laboratoriet består av fire forskningsdivisjoner: atmosfærisk miljø, ionosfærisk og magnetosfærisk miljø, heliosfærisk miljø og integrerte studier. «The Geospace Research Center» er også tilknyttet STEL, med mål om å koordinere og fremme felles forskningsprosjekter. Ved sine syv observatorier/stasjoner gjennomfører de bakkebaserte observasjoner av fysiske og kjemiske kvantiteter nasjonalt.

<http://www.stelab.nagoya-u.ac.jp>

はやのん Hayanon

Med utdanning fra Institutt for fysikk på Ryukyu Universitet, er Hayanon en forfatter og tegneserieskaper som har bidratt med en rekke serier i velkjente magasiner med utgangspunkt i bred kunnskap innenfor naturvitenskap og dataspill. Hennes konsistente skrivestil, som uttrykker hennes kjærlighet for vitenskap, blir godt mottatt.

<http://www.hayanon.jp/>

子供の科学 Kodomo no Kagaku (Vitenskap for barn)

Kodomo no Kagaku, utgitt av Seibundo Shinkosha Publishing Co., Ltd, er et månedlig magasin for ungdommer. Helt siden den første utgaven i 1924, har dette magasinet kontinuerlig fremmet vitenskap, med temaer som omhandler alt fra vitenskapelige fenomener i hverdagen til mer kompliserte forskningstemaer.

<http://www.seibundo.net>

“Hva er den Øvre Atmosfæren?” basert på “What is the Upper Atmosphere” er gitt ut i samarbeid med “Kodomo no Kagaku”. Norsk oversettelse er utført av Ieva Juskenaitė og redigert av Andrea Dahlmo Løkke, under veiledning av Magnar G. Johnsen, UiT Norges Arktiske Universitet – Tromsø Geofysiske Observatorium.

Produced by the Solar-Terrestrial Environment Laboratory, Nagoya University and the Scientific Committee on Solar-Terrestrial Physics in conjunction with the CAWSES program.