

Tværfagligt undervisningsprojekt om **nordlys** for 9. klasse

Tværfagligt undervisningsprojekt om **nordlys** for 9.årgang i grundskolen

Eleverne undersøger Solen og solvinden med satellitter. De laver forsøg og observerer. De beregner og lærer og formidler.



Kandidat nr. 50

Universitetet i Nordland

NA132L HJ Verdensrom og klasserom.

Under Polarhimmelen 2015

2. Indholdsfortegnelse

1. Forside

2. Indholdsfortegnelse side 2

1. Satellitfotos af Solen. Side 14-25

- a. Et kort kursus om atomets opbygning og om elektromagnetisk stråling side 14-18
- b. Eleverne downloader fotos af Solen fra satellitter side 19-22
- c. Eleverne regner på solpletter (ekstra opgave) side 22-24
- d. Eleverne observerer Solen med en Sunspotter side 24-25
- e. Solens opbygning og uløste gåder side 25

2. Simple eksperimenter med satellitters baner, planeters baner, Solsystemets dannelse s. 26-29

- a. Cykelpumpen side 26
- b. Kontorstolen side 26
- c. Rotation side 27
- d. Frit fald side 28-29

3. Eksperimenter med lys side 30-31

- a. Eleverne bruger skolens spektroskoper side 30
- b. Eksperimenter med flammefarver side 31
- c. Eleverne bygger deres egne spektroskoper side 31

4. Eksperimenter med magnetisme side 32-38

- a. Eksperimenter, hvor magnetiske kraftlinjer vises side 32-33
- b. Eksperimenter med elektromagnetisme side 34-36
- c. Jordmagnetismen vises side 36-38

5. Nordlys side 38-46

- a. Videoer og animationer side 38
- b. Nordlysets former og farver side 39-40
- c. Eleverne downloader data om solvinden fra ACE-satellitten side 40-43
- d. Forudsigelse og observation af nordlyset, fotografering af nordlys side 43
- e. Beregning af højden af nordlyset (ekstra opgave) side 44-47
- f. Udforskning af nordlyset med raketter side 47

6. Ekskursion til Stjernekammeret, Bellahøj Skoles digitale planetarium side 47

Tværfagligt undervisningsprojekt om nordlys for 9. klasse

En rejse i solsystemet, Animationer, at finde rundt op stjernehimlen

7. Kikkert-aften side 48

a. Elevernes forberedelse side 48

b. Elevernes præsentationer side 49

3. Indledning side 3-13

4. Hoveddel - Forklaring af undervisningsoplægget side 14-49

5. Konklusion side 48-49

6. Litteraturliste side 50-55

7. Faglig artikel side 55-74

3. Indledning

Dette projekt vil tage eleverne med på en tænkt ”rejse” ind i atomet, en digital ”rejse” til Solen, tilbage til Jorden gennem solvinden, forbi planeter og satellitter, tilbage til Jordens magnetfelt og atmosfære.

”Rejsens” formål er at forklare nordlyset.

Under ”rejsen” vil eleverne lære - ved at lave eksperimenter og ved at downloade billeder og data fra satellitter. De vil lære teori og formidle det, de har lært. De kommer til at bruge og videreudvikle deres færdigheder inden for IT, matematik og kommunikation.

Alle eksperimenter vil blive beskrevet med formål, materialer og arbejdsgang. Alle teorier vil blive vist og forklaret fra grunden. Således vil ethvert team i udskolingen kunne tilrettelægge dette projekt. Enhver lærer vil kunne lede elevernes aktiviteter. Naturfagslærerne vil tage sig af nogle praktiske ting i naturfags-laboratorierne fx de eksperimenter, der bedst kan udføres i naturfags-lokalerne.

Men i projektet lægges også vægt på it og på formidling, på lignende måde som i sprogfagene og samfundsfagene. Lærere fra alle fag kan deltage i projektet, og der vil være brug for dem.

Emner i spil:

Tværfagligt undervisningsprojekt om nordlys for 9. klasse

Solens opbygning vil blive udforsket af eleverne, ved at de downloader data og billeder fra Satellitterne SDO og SOHO. Eleverne vil kunne sætte disse billeder og videoer ind i deres egne præsentationer. Eleverne får vejledning heri, så at dette vil være ganske enkelt for dem. På den måde vil teorien om Solens opbygning blive konkret. Desuden vil solpletterne kunne observeres ganske godt af eleverne med skolens Sunspotter.

Atomets opbygning vil heller ikke blot blive serveret som teori om Bohrs atommodel. Eleverne kommer til at bygge et spektroskop og observere med det, se flammefarver fra kemiske stoffer som de opvarmer. På den måde forbindes teorien med sjove forsøg.

Solsystemets dannelse og satelliternes og planeternes baner vil blive illustreret med sjove forsøg, som gør teorien mere forståelig.

Solvinden vil blive observeret ved at eleverne downloader data fra ACE-satellitten.

Jordens og Solens magnetfelt bliver forstået bedre, når eleverne har udført forsøg med magnetisme og elektromagnetisme.

Teorien om **nordlyset** og atommodellen bliver konkret gennem elevernes forudsigelse og observation af nordlys.

Den indviklede **stjernehimmel** kan observeres gennem Galileoscoper, - begynder-teleskoper, som eleverne selv har samlet. De lærer at finde rundt ved at downloade planetarieprogrammet Stellarium og gennem guidning på www.boernafgalileo.dk.

Eleverne vil også opleve de astronomiske fænomener på klassens tur til **Stjernerammeret** på Bellahøj Skole. Der vil de både opleve stjernehimlens skønhed, og de vil kunne få teorien illustreret af animationer med Stjernerammerets **Digitale Starlab projektor**.

Faglige mål:

En gevinst ved dette projekt er, at det bidrager til at opfylde rigtig mange faglige mål.

Her nævnes nogle af de faglige mål, der er i spil. Mange af målene er fælles for alle naturfagene og matematik. Desuden opfyldes specifikke mål for hvert af naturfagene:

Tværfagligt undervisningsprojekt om nordlys for 9. klasse

Citater fra Fælles mål for 7.-9. klasse i alle naturfagene: Fysik/kemi, matematik, geografi og biologi - udvalgt til dette projekt om nordlys af Carsten Andersen:

CITAT:

Fælles for alle naturfagene 7.-9. klasse:

Eleven kan konkludere og generalisere på baggrund af eget og andres praktiske og undersøgende arbejde

Eleven har viden om kriterier for evaluering af undersøgelser i naturfag

Eleven kan vurdere modellens anvendelighed og begrænsninger

Eleven har viden om vurderingskriterier for modeller i naturfag

Eleven kan forklare, hvordan naturvidenskabelig viden diskuteres og udvikles

Eleven har viden om processer i udvikling af naturvidenskabelig erkendelse

Eleven kan vurdere gyldigheden af egne og andres naturfaglige argumentation

Eleven har viden om kvalitetskriterier for forskellige typer af argumenter i naturfaglig sammenhæng

Eleven kan kommunikere om naturfag ved brug af egnede medier

Eleven har viden om metoder til at formidle naturfaglige forhold

Eleven kan vurdere kvaliteten af egen og andres kommunikation om naturfaglige forhold

Eleven har viden om kildekritisk formidling af naturfaglige forhold

Fysik/kemi 7.-9. klasse

Eleven kan undersøge lyd, lys og farver

Eleven har viden om bølgetyper, lyd- og lysfænomener

Eleven kan undersøge typer af stråling

Eleven har viden om stråling

Eleven kan undersøge resultatet af processer på atomart niveau

Eleven har viden om atomkernen og elektronsystemet

Tværfagligt undervisningsprojekt om nordlys for 9. klasse

Eleven kan beskrive atomers opbygning

Eleven har viden om enkle atommodeller

Eleven kan med modeller beskrive ioniserende stråling

Eleven har viden om repræsentationer af atomkerner og stråling

Eleven kan beskrive anvendelsen af lyd og lys i medicinsk og teknologisk sammenhæng

Eleven har viden om udbredelse af lyd og lys

Eleven kan skelne mellem naturlig og menneskeskabt ioniserende stråling

Eleven har viden om ioniserende strålings vekselvirkning med organisk og uorganisk materiale

Eleven har viden om fusion og fissionsprocesser

Eleven kan undersøge sammenhænge mellem kræfter og bevægelser

Eleven har viden om kræfter og bevægelser

Eleven kan forklare data fra målinger på atmosfæren og vand i kredsløb

Eleven har viden om havstrømme, vandets kredsløb og atmosfæriske fænomener

Eleven kan designe og gennemføre undersøgelser om Jordens ressourcer

Eleven kan anvende modeller til at forklare om astronomiske fænomener og beskrive astronomiske objekter

Eleven har viden om astronomiske objekter og fænomener

Eleven kan beskrive sammenhænge mellem livsbetingelser og Jordens bevægelser, atmosfære og magnetfelt

Eleven har viden om Jordens opbygning og bevægelser

Eleven kan forklare, hvordan Jordens systemer påvirker menneskets levevilkår

Eleven har viden om klimaændringer og vejr-fænomener

Eleven kan forklare, hvordan ny viden har ført til ændringer i forståelse af jorden og universet

Eleven har viden om udvikling i forståelsen af Jordens og Universets opbygning

Eleven kan designe og gennemføre undersøgelser vedrørende elektronisk og digital styring

Eleven har viden om elektroniske kredsløb, simpel programmering og transmission af data

Tværfagligt undervisningsprojekt om nordlys for 9. klasse

Matematik 7.-9. klasse

Eleven har viden om metoder til at fremstille præcise tegninger, herunder med digitale værktøjer

Eleven kan undersøge sammenhænge mellem længdeforhold, arealforhold og rumfangsforhold

Eleven har viden om lighedannedhed og størrelsesforhold

Eleven kan undersøge egenskaber ved linjer knyttet til polygoner og cirkler, herunder med digitale værktøjer

Eleven kan forklare sammenhænge mellem sidelængder og vinkler i retvinklede trekanter

Eleven har viden om den pythagoræiske læresætning og trigonometri knyttet til retvinklede trekanter

Eleven kan planlægge og gennemføre problemløsningsprocesser

Eleven har viden om elementer i problemløsningsprocesser

Eleven kan afgrænse problemstillinger fra omverdenen i forbindelse med opstilling af en matematisk model

Eleven har viden om strukturering og afgrænsning af problemstillinger fra omverdenen

Eleven kan gennemføre modelleringsprocesser, herunder med inddragelse af digital simulering

Eleven har viden om elementer i modelleringsprocesser og digitale værktøjer, der kan understøtte simulering

Eleven kan udføre beregninger med potenser og rødder

Eleven har viden om regneregler for potenser og rødder

Geografi 7.-9. klasse

Eleven har viden om vejr og vejrfænomener

Eleven har viden om Jordens opbygning og den geologiske udvikling

Biologi 7.-9. klasse

Eleven har viden om klimaets betydning for økosystemer

Eleven kan forklare årsager og virkninger af naturlige og menneskeskabte ændringer i økosystemer

Tværfagligt undervisningsprojekt om nordlys for 9. klasse

Eleven har viden om biologiske, geografiske og fysisk-kemiske forholds påvirkning af økosystemer

CITAT SLUT

Kilde: Fælles mål hentet den 6.11.2015

<http://www.emu.dk/omraade/gsk-1%C3%A6rer?smarturl404=true>

Læringsmål

Til de faglige mål har jeg opstillet aktiviteter med **læringsmål, indhold, metode og ”tegn på læring”**.

Aktiviteter og teori kan lyde vanskelige ved første øjekast. Men alle teorier og alle eksperimenter vil blive vist og forklaret, så at alle kan være med.

læringsmål	indhold	metode	Tegn på læring
At forstå Solens opbygning	Lære om elektromagnetisk stråling	Downloade fotos og videoer fra SDO-satellitten og SOHO satellitten	Eleverne kan lave en præsentation om Solen Og fremlægge den for klassen
At forstå atomets opbygning	Protoner, elektroner, neutroner Bohrs atommodel	Præsentation om atomets opbygning og om elektromagnetisk stråling vises for klassen	Eleverne kan anvende Bohrs atommodel til at forklare elektromagnetisk stråling
At forstå en solplets dannelse	Lære om solpletter Trigonometri	Se animationer af solpletter Observere en solplets rotation ved at downloade videoer fra SDO- Se en projektion af	Vise solens rotation Ekstra: kunne beregne rotationshastigheden

Tværfagligt undervisningsprojekt om nordlys for 9. klasse

		Solen i en Sunspotter Ekstraopgave: beregne solens rotationshastighed ved at observere en solplet Bruge trigonometri	
At forstå satellitters og planeters baner	Jordens bane Satellitters bane SOHO og ACE SDO og IRIS	Modelforsøg: Cykelpumpen Kontorstolen Rotation Frit fald	Eleverne kan optræde med eksperimenter og forklare dem
At kunne eksperimentere med lys At kunne anvende Bohrs atommodel til at forklare forsøgene. At kunne vise metalleres flammefarver	Lysets hastighed Lysets Bølgelængde Bohrs atommodel Metalleres flammefarver	Kursus om elektromagnetisk Stråling og Bohrs atommodel. Byg et spektroskop Observer med et spektroskop. Eksperimenter med flammefarver	Eleverne kan lære yngre elever at bruge deres spektroskop
At kunne eksperimentere med magnetisme og elektromagnetisme	Magnetisme Elektromagnetisme Jordens magnetfelt Solens magnetfelt	Eksperimenter med at vise -kraftlinjer -elektromagnetisme -kompassets udslag	Eleverne kan skrive en rapport om eksperimenterne
At kunne nedtage data fra ACE-satellitten	Solvinden Magnetisk rekombination	Downloade data fra ACE-satellitten	At kunne vise sine kammerater hvordan man nedtager data fra ACE-satellitten
At kunne forklare Nordlyset og dets	Nordlysets dannelse Dag-nordlys	Se videoer om Nordlys Bruge www.viten.no	Lave en præsentation om Nordlys og vise

Tværfagligt undervisningsprojekt om nordlys for 9. klasse

farver	Nat-nordlys		den for andre klasser
At kunne beregne nordlysets højde	Nordlysets højde (ekstraopgave) Trigonometri Raketter op i Nordlyset	Tegning i Geogebra samt beregning med trigonometri	Eleverne kan beregne nordlysets højde i en stillet opgave
At kunne forudsige Nordlys At kunne knytte nordlyset til SDO's billeder af Solen	Forudsigelse af nordlys	Følge ACE-satellitten Se Nordlys Og se video med nordlys	Elever kan sammen med deres forældre fotografere nordlys. Lave en præsentation af deres fotos Udbrede sine fotos i sociale medier
At kunne forklare døgnet og året. At kunne forklare klima på Jorden og forholdende andre steder i Solsystemet At kunne forklare atmosfærens opbygning og betydning	Observation af Solsystemet Atmosfærens opbygning og betydning	Besøg i Stjernerummet Anvende planetarieprogrammet Stellarium Arrangere en kikkert-aften	Elever kan undervise med Stellarium Elever kan samle et Galileoskop og observere med det Elever kan vise en præsentation for klassen og for andre klasser

Evaluerings

Evaluerings kan ske gennem formidling.

Man lærer rigtig meget ved selv at formidle sin viden til andre.

Desuden kan det være meget motiverende for yngre elever at se de store elevers præsentationer og sjove eksperimenter. Der er brug for, at flere bliver interesserede i naturfag. Eleverne vil bedre

Tværfagligt undervisningsprojekt om nordlys for 9. klasse

kunne forstå naturen og produktionen, og dette vil give dem gode oplevelser. Måske vil det også kvalificere dem til at begynde en spændende uddannelse og få et meningsfuldt arbejde.

Forudsætninger

Elevernes forudsætninger er de kundskaber og færdigheder, de har fra tidligere år inden for IT, sprog og formidling. Ligeledes bygger eleverne videre på deres erfaringer i faget natur/teknologi i indskolingen og mellemtrinnet.

Eleverne har tidligere arbejdet både med elektricitet, magnetisme, solsystemet og lys. Nogle af eksperimenterne er måske udført tidligere. Men nu sættes forsøgene ind i en ny sammenhæng og sammen med en ny og vanskeligere teori. Derfor er det godt at vende tilbage til tidligere eksperimenter og tilføje nye og vanskeligere forsøg.

Ekstraopgaver

De hurtige elever tilgodeses med ekstraopgaver. Desuden har de hurtige og resursestærke elever mulighed for at gøre mere ud af deres undersøgelser og deres præsentationer.

Udstyr:

En del eksperimenter skal udføres i naturfags-laboratoriene. Der er det nødvendige udstyr. Klassen naturfagslærere tager sig af denne undervisning. Når der er tilstrækkeligt med udstyr gøres forsøgene i grupper. Enkelte forsøg kan udføres i plenum. Alle elever skal have en pc eller en Ipad.

Lærere fra andre fag end naturfag

Klassens andre lærere kan bidrage med fx IT, med bevægelse i undervisningen, med ekskursioner, med at organisere formidling fra elev til elev og med faglig læsning.

Matematiklærere

I dette projekt findes gode ekstraopgaver i matematik. Her er mulighed for at give udfordrende opgaver i trigonometri, geometri og i potensregning. Dette vil både kunne berige matematikundervisningen og naturfags-undervisningen.

Undervisningens tilrettelæggelse

Skolens skema er organiseret i **moduler på 90 minutter**. Vi har 2 naturfagslokaler.

Tværfagligt undervisningsprojekt om nordlys for 9. klasse

Satellitfotos af Solen 1,7 moduler I klasseværelset med pc. eller ipad til hver elev	Kort kursus om atomets opbygning og elektromagnetisk stråling	0,1 modul Præsentation på smart-boardet
	Eleverne downloader fotos af Solen fra satellitter	0,9 modul Enkeltvis med pc. eller ipad.
	Eleverne regner på solpletter (Ekstraopgave)	0,4 modul Enkeltvis eller grupper med Pc. eller ipad.
	Eleverne observerer Solen med en Sunspotter	0,2 modul Samlet klasse ude
	Solens opbygning og uløste gåder	0,1 modul Præsentation på smart-boardet
Simple eksperimenter med satellitters baner, planeters baner, Solsystemets dannelse 0,3 moduler i kasseværelset eller i laboratoriet eller ude Materialer forberedes af lærer	Cykelpumpen	0,05 modul Grupper ude
	Kontorstolen	0,05 modul Grupper ude eller inde
	Rotation samt simulering af satellitbaner	0,1 modul Grupper ude, Pc inde
	Frit fald	0,1 modul Grupper ude
Eksperimenter med lys. 1 modul eller 0,4 modul I naturfags-lab.	Eleverne bruger skolens spektroskoper	0,1 modul Grupper i naturfags-lab.
	Eksperimenter med flammefarver	0,3 modul Grupper i lab.
	Eleverne bygger deres egne	0,6 modul eller udelades

Tværfagligt undervisningsprojekt om nordlys for 9. klasse

	spektroskoper Materialer forberedes af læreren Kan udelades ved mangel på tid	Grupper i lab. eller klasseværelset
Eksperimenter med magnetisme 1 modul i lab.	Eksperimenter hvor magnetiske kraftlinjer vises	0,4 modul Grupper i lab.
	Eksperimenter med elektromagnetisme	0,5 modul Grupper i lab.
	Jordmagnetismen vises	0,1 modul Grupper i lab.
Nordlys 1-2 moduler Klasseværelset og hjemmearbejde	Videoer og animationer	0,2 modul Præsentation på smart-boardet Klasseværelset eller lab.
	Nordlysets former	0,2 modul Præsentation på smart-boardet Klasseværelse eller lab
	Eleverne downloader data om solvinden fra ACE-satellitten	0,3 modul Grupper i Klasseværelset eller lab
	Forudsigelse og observation. Gå ud se nordlyset. Fotografér det	Se kikkertaften Hjemme
	Beregning af højden af nordlyset (ekstraopgave)	0,3 modul Grupper Klasseværelset eller lab.
	Udforskning af nordlyset med raketter	0,1 modul Præsentation på smart-boardet Klasseværelset eller lab.

Tværfagligt undervisningsprojekt om nordlys for 9. klasse

<p>Ekskursion til Stjernekammeret, Bellahøj Skoles digitale planetarium 1 modul</p>	<p>En rejse i solsystemet Animationer At finde rundt på stjernehimlen</p>	<p>1 modul I planetariet Planetarie-læreren underviser</p>
<p>Kikkertaften 2 moduler elevforberedelse plus aften</p>	<p>Samle Galileoscoper, øve i at observere</p>	<p>0,5 modul I grupper i Klasseværelset og ude</p>
	<p>Bruge Stellarium og en guide på www.boernafgalileo.dk</p>	<p>0,5 modul I grupper fx i klasseværelset</p>
	<p>Eleverne viser deres præsentationer om nordlys For forældre, søskende, venner, yngre elever, bedsteforældre, astronomiske foreninger, lokal- avisen, TV m.fl.</p>	<p>1 modul + hjemmearbejde Elevforberedelse i grupper. Visning fx på kikkert-aften</p>
<p>I alt 9 moduler samt hjemmeforberedelse</p>	<p>I alt 13 -14 timer á 60 minutter. Men ved mangel på tid og ressurser kan noget udelades:</p>	<p>Kikkert-aftenen er vigtig. Men hvis alternativet er at hele projektet må aflyses pga. mangel på ressourcer, så spar fx flere timer ved at undlade kikkert-aftenen. Lad så eleverne selv observere derhjemme og fortælle om det og vise præsentationer derfra i skolen.</p>

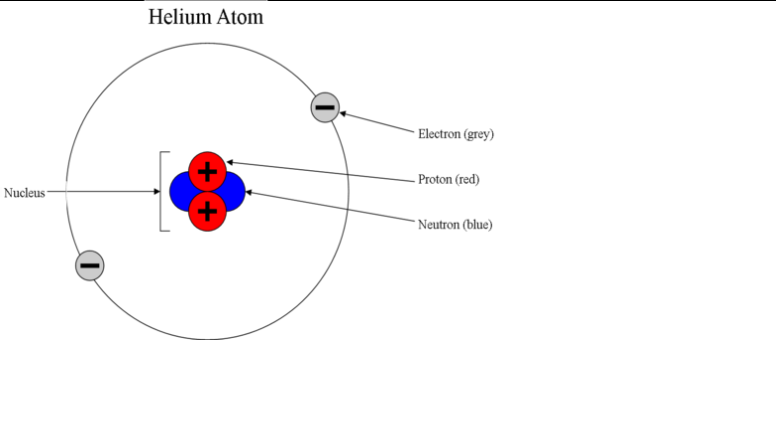
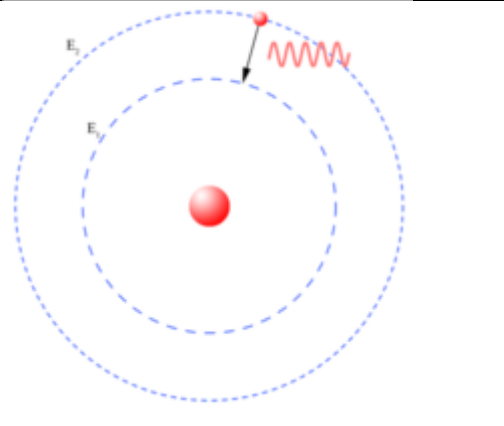
4. Forklaring af undervisningsoplægget

Tværfagligt undervisningsprojekt om nordlys for 9. klasse

Satellitfotos af Solen

Et kort kursus om atomets opbygning og om elektromagnetisk stråling

Her er en del af baggrunden for den spændende historie om nordlyset:

 <p>Helium Atom</p> <p>Nucleus</p> <p>Electron (grey)</p> <p>Proton (red)</p> <p>Neutron (blue)</p>	
<p>Billede 2: Helium atom, 2 protoner (tegnede røde), 2 neutroner (tegnede blå), 2 elektroner. Protoner og neutroner i kernen vejer hver ca. 1u (Unit), mens elektronen kun vejer ca. 1/1836 u. Neutronen er neutral, protonen har ladningen +e og elektronen -e.</p> <p>$1 e = 1,602176565 \cdot 10^{-19} \text{ C}$</p> <p>$1 u = 1,6605402 \cdot 10^{-27} \text{ kg}$</p> <p>Elektronens masse: $9,1095 \cdot 10^{-31} \text{ kg}$</p> <p>Protonens masse: $1,6726 \cdot 10^{-27} \text{ kg}$</p> <p>Neutronens masse: $1,67495 \cdot 10^{-27} \text{ kg}$</p>	<p>Billede 3: Bohrs postulat: Hydrogen-atomet udsender lys, fordi elektronen springer tilbage i grundtilstanden. Energiforskellen udsendes som lysenergi. Springene sker i bestemte baner. Energispringene er bestemte kvanter eller pakker. Derfor udsender hydrogen farver i bestemte linjer eller bølgelængder. Du kan se disse linjer i et spektroskop. Hydrogen udsender få linjer. Tungere stoffer udsender flere linjer, når de gløder.</p>
<p>Billede: https://the-history-of-the-atom.wikispaces.com/Niels+Bohr Kilde: Hva består sola av? hentet 11.2015</p> <p>http://www.sarepta.org/objekt.php?aid=62\\&bid=66&oid=</p>	<p>Billede: (Ploufandsplash, Wikimwdia Commons)</p> <p>Kilde: Andersen, Petresch, hentet 11.2015</p>

Tværfagligt undervisningsprojekt om nordlys for 9. klasse

1029&s	http://fysikleksikon.nbi.ku.dk/b/bohrmodel/ Meget mere om Bohrs Atomodel findes på http://fysik-kemi.dk/kbhsj/ , under <i>Atomets historie</i> : Se fx denne video om emission og absorption: https://vimeo.com/87714795
----------------------------	--

I 1897 opdagede J.J.Thomson elektronen i et katodestråle-rør og fandt, at den var elektrisk negativt ladet. Han mente, at elektronerne var som rosiner i en positiv bolle, der udgjorde atomet.

Men Ernest Rutherford og Johannes Wilhelm Geiger viste i byen Manchester, at det positive findes i en uhyre lille tung kerne. De sendte alfapartikler gennem et guldfolie, men opdagede til deres store overraskelse, at enkelte alfapartikler blev afbøjede eller endog kastet tilbage. Det kan sammenlignes med at skyde mod et stykke papir og så opdage, at kuglen kastes tilbage af papiret. Det overraskende resultat viste, at atomkernen er lille og tung. **Hvis atomet blev tegnet så stort som en fodboldbane, så ville kernen skulle tegnes som en kirsebærsten midt på banen, og elektronen ville være som et kredsende knappenålshoved ude ved målene. Resten ville være tomrum!**

Næsten al massen er i kernen. Der findes protoner og neutroner, som hver vejer ca. en u (unit). Protoner er positivt ladede med en elementarladning. Neutroner er neutrale - de har ingen ladning. Elektronerne vejer $1/1836$ u og har ladningen minus en elementarladning. Antallet af protoner fortæller hvilket grundstof, det er.

To eller flere protoner kan samles til tungere atomkerner trods frastødning, hvis der er neutroner. Dannelsen kaldes fusion og kan ske i stjerner ved højt tryk og høj temperatur.

Den danske fysiker Niels Bohr samarbejdede med Rutherford i Manchester.

I 1913 påstod Niels Bohr, at elektronerne kun kunne have bestemte baner eller energiniveauer. Når noget energi optages af et atom, kan elektronen blive sendt ud i en bane længere fra kernen. Derefter springer den tilbage til en indre bane - man siger at den springer tilbage til grundtilstanden. Energiforskellen mellem banerne bestemmer, hvilken bølgelængde (farve) lyset får. I lyset fra glødende hydrogen kunne man i et spektroskop observere farvede linjer, der svarer til disse spring. Vi skal senere se disse linjer i fysiklokalet.

Tværfagligt undervisningsprojekt om nordlys for 9. klasse

Det var en helt ny og anderledes teori Bohr opstillede. På atomar skala, kan energi kun afleveres i pakker eller kvanter, påstod han. Tidligere gik fysikerne ud fra, at energi altid kan have alle mulige værdier.

Niels Bohrs teori om kvanter, kvantemekanikken kunne forklare eksperimenterne. Andre forskere brugte teorien til at forklare fx nordlyset eller til at forstå og udvikle kemien. Andre forskere brugte teorien til opfinde transistoren og senere mikrochippen. **Kvantemekanikken er i dag baggrund for 33 % af verdensproduktionen - fx bygger teknikken i TV, mobiltelefoner, lasere, kemi og meget mere på kvantemekanikken.** For 100 år siden var kvantemekanikken en overraskende måde at forklare lysets farver.

Kvantemekanikken bidrager også til at forklare nordlyset. Derfor begynder vi med den teori.

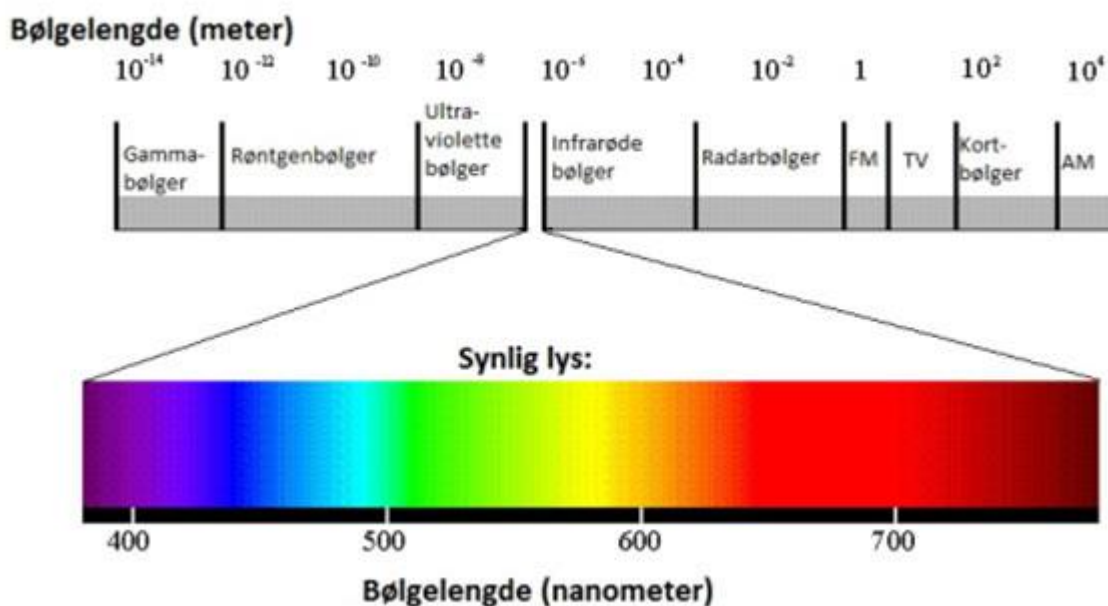
Kilde: E.Andersen, C.Petresch, hentet 1.11.2015 <http://fysikleksikon.nbi.ku.dk/b/bohrmodel/>

Kilde: Hva består sola av? hentet 11.2015,

<http://www.sarepta.org/objekt.php?aid=62\\&bid=66&oid=1029&s=>

Kilde: Louis Nielsen, hentet 11.2015, <http://www.rostra.dk/louis/andreart/Rutherford.html>

Kilde: Egeland, Henriksen og Henriksen 1997 TEMAHEFTE OM NORDLYS, side 15: Bohrs atommodel <http://www.naturfag.no/binfil/download.php?did=2321>



Tværfagligt undervisningsprojekt om nordlys for 9. klasse

Billede 4: Elektromagnetisk stråling, Kilde: Elektromagnetisk stråling, hentet 7.11.2015

<http://www.sarepta.org/objekt.php?aid=419&oid=2311&s=>

De største energispring giver det mest energirige lys. Af det synlige lys er det violette det mest energirige. Men det usynlige og farlige UV lys - ultraviolet lys - er mere energirigt og har kortere bølgelængde. Vi er heldige med, at ozonlaget beskytter os mod UV stråling, ellers ville vi hurtigt blive solskoldede. Livet på landjorden ville ikke kunne klare sig uden den beskyttelse.

Vil man fotografere godt med Solens UV stråling, skal man have kameraet på en satellit. **Snart skal du prøve at downloade sådanne UV billeder af Solen.**

Solen udsender også endnu farligere stråling: Røntgenstråling. I rummet kan også tage billeder med Røntgen.

Det mest energirige lys er gammastråling. I DTU Space har man produceret røntgenkameraer fx til satellitten Integral. I dag fotograferer de den mest energirige stråling verdensrummet.

Røntgenstråling kan sendes afsted i tyngdefeltet omkring sorte huller. Forskerne undersøger også de endnu mere voldsomme gammaglimt.

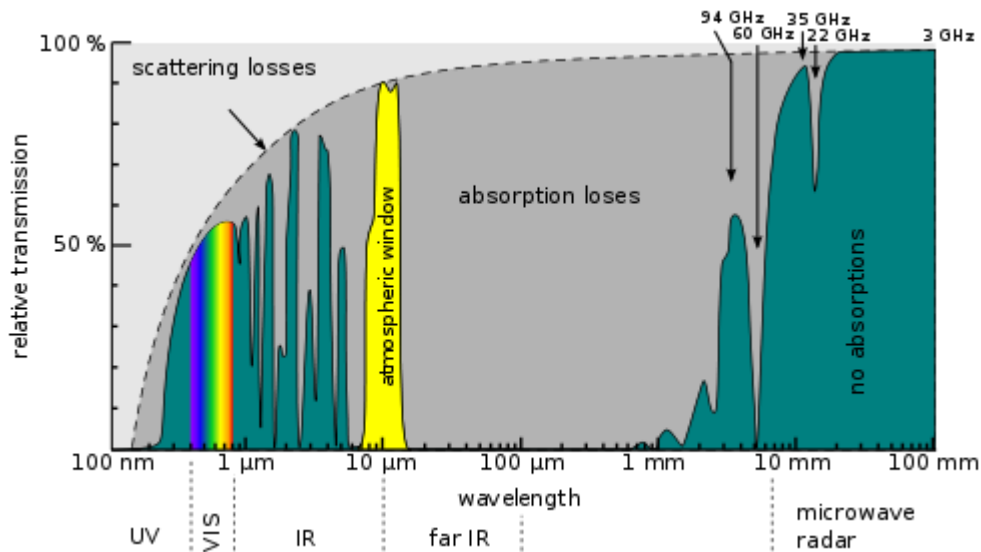
Kilde: Ulla Svensmark 29.05.2013 <http://www.space.dtu.dk/Forskning/Projekter/INTEGRAL>

På satellitter har man også infra-røde kameraer, der fotograferer med varmestråler, der er mindre energirigt lys – lys med længere bølger. Disse billeder er fx gode til at vise stjernedannelse.

Det mindst energirige lys hedder radiobølger – de længste lysbølger. Mange radiobølger trænger igennem atmosfæren. Derfor har man radioteleskoper på Jorden.

Tværfagligt undervisningsprojekt om nordlys for 9. klasse

Synligt lys og Radiobølger går bedst gennem atmosfæren. Det ser du på denne tegning:



Billede 5: Atmosfærens gennemsigtighed. Synligt lys og radio går ganske godt gennem atmosfæren. (Cepheiden, Wikimedia Commons)

Kilde: Mia Strande, hentet 11.2015, http://fysikleksikon.nbi.ku.dk/A/atmosfaeriske_vinduer/

Eleverne downloader fotos af Solen fra satellitter

I skal nu gå ind på SDO-satellitens hjemmeside og hente billeder og lave jeres egne film om Solen.

SDO hedder Solar Dynamic Observatory. Den kredser omkring Jorden i ca. 36.000 km's højde.

Den står altid over samme punkt på jorden og følger dette punkt rundt om jorden en gang i døgnet – man kalder det for en geostationær bane.

SDO har en god udsigt til Solen, undtagen 2-3 uger hvert år, hvor den befinder sig i Jordens skygge.

SDO blev opsendt den 11. februar 2010. Den har moderne instrumenter, så du kan lave fantastiske film med dens billeder.

Kilde: SDO utforsker Sola, hentet 11.2015.

<http://www.sarepta.org/objekt.php?aid=62&bid=186&oid=2392&s=>

Sådan gør du:

Tværfagligt undervisningsprojekt om nordlys for 9. klasse

Gå ind på: <http://sdo.gsfc.nasa.gov/>

1. Vælg "Data" i øverste linje og derefter "The Sun Now"

Du ser nogle flotte billeder af Solen, som den ser ud nu. Bølgelængden er angivet i Ångstrøm. Synligt lys er 4000 Å (rødt) til 7000 Å (violet). Alle billederne er taget med mere energirige bølger med længder kortere end 4000 Å – måles af kameraet, men er usynligt for øjet. $1 \text{ Å} = 10^{-10} \text{ m} = 0,1 \text{ nm} = 0,1 \text{ nanometer}$

Gem billeder ved bølgelængderne, som jeg har markeret med fed skrift: CITAT:

1700 Å: Viser Fotosfæren og Kromosfæren. ("Laveste" temperaturer ses med størst bølgelængde)

1600 Å: Viser den øvre Fotosfære og «Transition region» mellem Kromosfæren og Koronaen.

304 Å: Viser kromosfære og transition region. (Varmere end Fotosfæren)

171 Å: Viser atmosfæren og den rolige Korona. Viser også de såkaldte «Coronal Loops».

193 Å: Viser varmere dele av Koronaen og «Solar flares»

211 Å: Viser varmere og magnetisk aktive dele av koronaen.

335: Samme som 211.

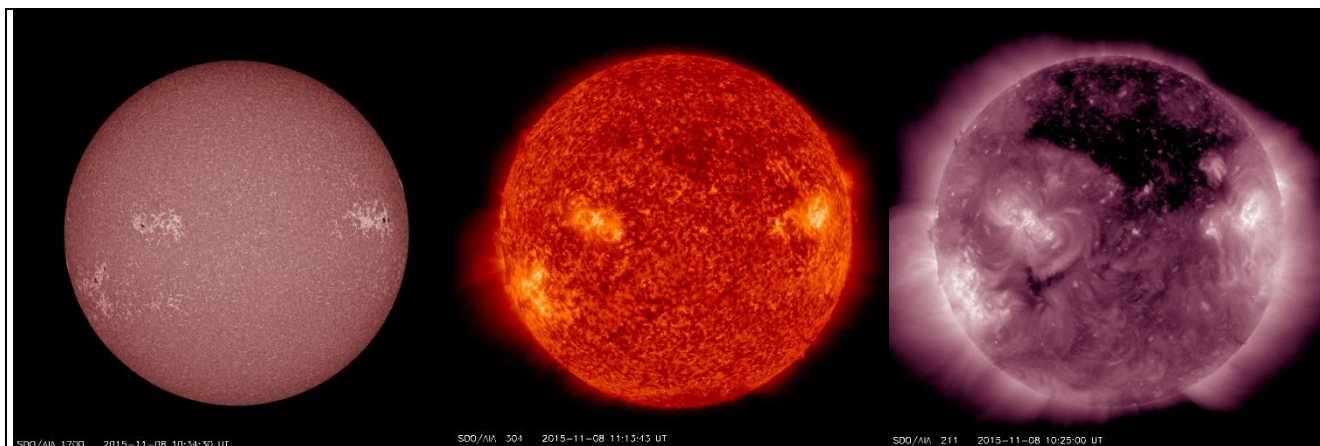
94 Å: Viser solar flares. (Høj temperatur giver korte bølger)

131 Å: Viser de allervarmeste materialer i en solar flare.

Kilde NAROM – NASJONALT SENTER FOR ROMRELATERT OPPLÆRING, Sol og Solstråling, hentet 13.11.2015, **min understregning i citaterne, mine parenteser.**

Her er "mine fotos" fra søndag den 8.11.2015: Billede 6, 7 og 8:

Tværfagligt undervisningsprojekt om nordlys for 9. klasse



<p>Ved 1700 Å ses solpletter i Solens Fotosfære. Temperaturen i fotosfæren er ca. 5500 grade C, men i Solpletterne er der kun ca. 4000 grader C. Derfor ser solpletterne mørkere ud.</p> <p>Det er fordi Solens magnetfelt er meget stærkere i solpletterne, så at varmen fra Solens indre ikke kommer ud så hurtigt som ved de omgivende områder i Fotosfæren. Snart kan du finde ud af hvorfor.</p>	<p>Billedet viser den varmere øvre Kromosfære og Transition Region, der er over fotosfæren. Kromosfæren er her varmet op til omkring 10.000 grader C. Bølge-længden er her meget kortere: 304 Å. Derfor fremhæves varmere dele af Solen. Højere temperaturer medfører mere energirigt lys og kortere lys-bølger. Man ser stor aktivitet i Kromosfæren over solpletterne. Stoffet bevæger sig i kæmpe buer. Magnetfeltet fører det elektrisk ladede stof, som kaldes plasma.</p>	<p>Dette foto er lavet med lys på 211 Å. Dette lys er mere energirigt. Det må komme fra varmere materiale. Det kommer fra Solens Korona, hvis temperatur kan måles til 1-3 millioner grader! Hvordan er det blevet så varmt? Det forsøger forskerne at finde ud af. Du kan se store buer i koronaen i områderne over solpletterne. Men det vildeste er et kæmpe hul. Der er koronaen skudt af! Herunder kan du læse, hvad det betyder for Jorden</p>
---	---	--

Hullet i Koronaen på billede 7 er en følge af et en solstorm, som blev sendt afsted fra Solen. Onsdag den 4. november nåede solstormen frem til Jorden. Det medførte så store magnetiske forstyrrelser, at to svenske flyradarer blev slået ud et stykke tid, så at flere fly måtte vente med at lette.

Se her: Solstorm... vg.nyheter 4.11.15 <http://www.vg.no/nyheter/utenriks/luftfart/solstorm-slo-ut-flyradarer-i-sverige/a/23555203/>

Hvad er der af spændende begivenheder på dine fotos? Det kan du snart lære at finde ud af.

2. Vælg "Data" i øverste linje og derefter "AIA/HMI Browse data"

Tværfagligt undervisningsprojekt om nordlys for 9. klasse

Du kan nu downloade film med billeder gennem 3 døgn.

Tryk på starttidspunktet – skriv ikke cifre, men tryk nogle gange indtil starttidspunktet ligger fast.

Vælg sluttidspunktet på samme måde - dog højst 3 døgn senere. Tiderne er UT dvs. London tid. Vælg derefter en af bølgelængderne som før.

Tryk ”submit”. Kort tid efter vises filmen som Browser display.

Hvis du vælger formatet **Movie Download**, bliver videoen downloadet til din pc

Lav en film ved 94 Å. Ved den bølgelængde kan du nogen gange se voldsomme udsendelser af røntgenstråling der kaldes Flares. Det er ekstremt voldsomme begivenheder på Solen, der kan påvirke Jorden.

Når du har set en spændende video, kan du notere tid og bølgelængde. Så kan du vise det til andre en anden dag f.eks. når du skal holde oplæg for klassen.

Den 29.11.2015 har jeg set videoer for de sidste tre dage:

Ved 1700 Å ser man, at der stadig er solpletter, som følger Solens rotation.

Ved 304 Å ser man store buer af plasma i Kromosfæren over solpletterne

Ved 211 Å ser man, at der stadig er imponerende store huller i Koronaen. Gad vide hvor længe disse huller kan eksistere? Det kan du være med til at finde ud af, ved jævnligt at downloade videoer på 211 Å fra SDO.

Ved 94 Å ser man, at der har været Flares med høje temperaturer. Nogle af de linjer vi så i forrige film er blevet revet i stykker, når to modsatte felter har udløst en energiudladning.

SOHO

Vi vil også studere billeder og film fra satellitten SOHO, Solar and Heliospheric Observatory.

Den befinder sig i et kredsløb om Lagrange-punkt 1 - L1, hvor tyngdekraften fra Solen og Jorden samt centrifugalkraften afbalancerer hinanden, så det kun kræver lidt energi at blive der. L1 ligger 1,5 millioner km i retningen mod Solen, så der er altid en god udsigt til Solen:

Tværfagligt undervisningsprojekt om nordlys for 9. klasse

Åbn "Data Archive" her:

http://sohodata.nascom.nasa.gov/cgi-bin/data_query

Vælg tidspunkter samt "movie" og bølgelængde. Så kan du se film ligesom du gjorde fra SDO.

Vælg gerne de samme tider som ved SDO, så at du kan sammenligne.

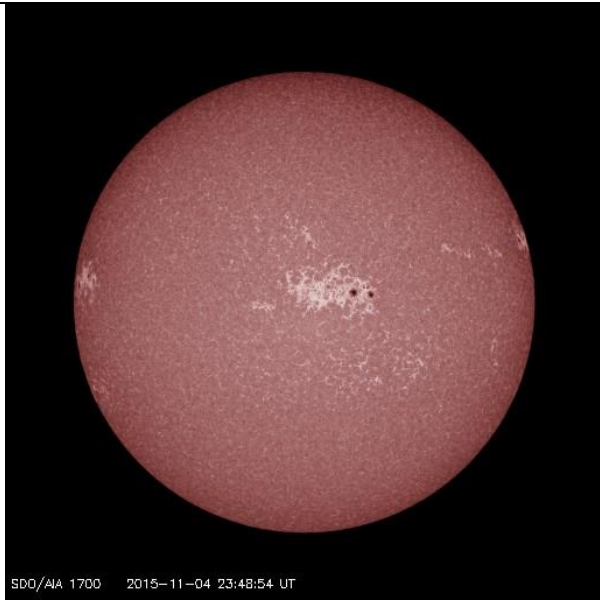
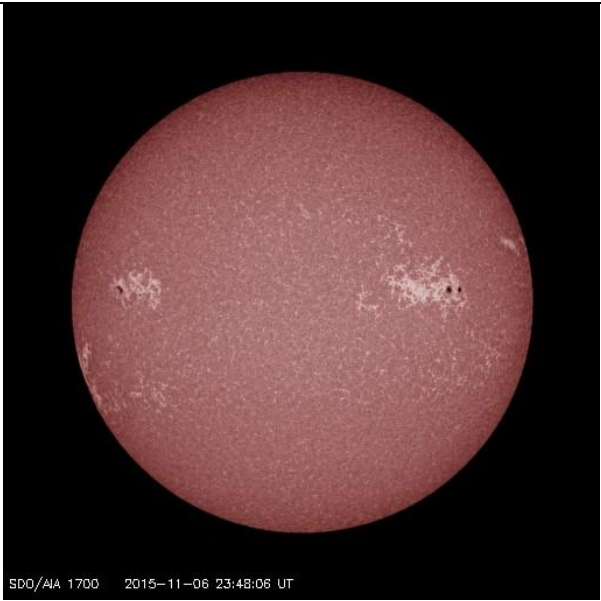
Her kan også vælge koronograferne lasco 2 og lasco 3: En plade dækker for Solen, så at man kan se den solvind der skydes bort fra Solen. Ved lasco 2 dækker pladen et område ud til 8,5 millioner km fra Solen. Ved lasco3 kan man kun se områder der er mere end 45 mill. km fra Solen (halvvejs til Merkur)

Download nu film med koronografen for de tider du har studeret med SDO. Så kan du se udbruddene på en ny måde.

På SOHO's side kan du også finde aktuelle billeder i "The Sun now" og meget andet spændende.

Undersøg fx "Classroom"

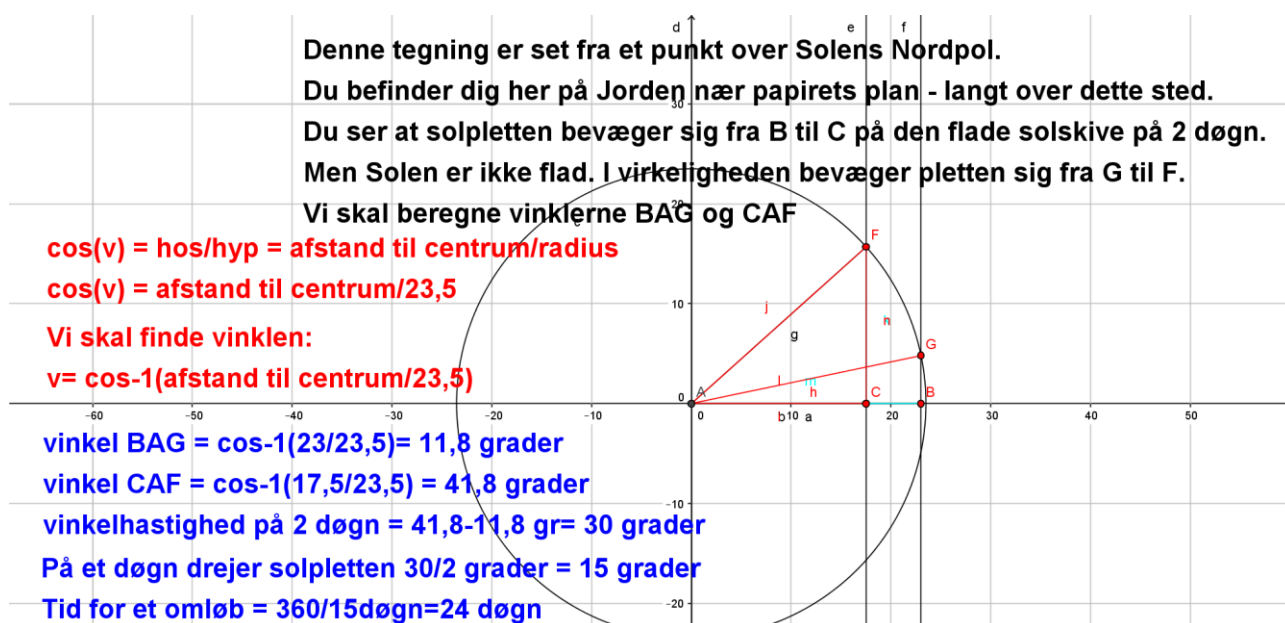
Eleverne regner opgaver om solpletter (ekstraopgave)

	
Billede 9	Billede 10

Tværfagligt undervisningsprojekt om nordlys for 9. klasse

<p>På billedet ses svagt en solplet i venstre side.</p> <p>Den er drejet ca. 0,5 mm ind fra randen den 4.11.2015 Kl. 23.48. (Ikke så tydeligt i dette formindskede foto. Lav selv billeder i stor forstørrelse - forstør dem i word eller i et billedprogram)</p> <p>Næste billede fra filmen er taget nøjagtigt 2 døgn senere.</p> <p>Da er solpletten vandret ca. 6 mm ind fra randen. Dette ses tydeligt</p> <p>Solens diameter på billederne måles til 47 mm.</p> <p>Da er radius 23,5 mm</p>	<p>Solplettenes første afstand til centrum af Solen er $23,5\text{mm} - 0,5\text{ mm} = 23\text{ mm}$</p> <p>To døgn senere er solpletten 6 mm fra randen. Det er $23,5\text{ mm} - 6\text{ mm} = 17,5\text{ mm}$ fra Centrum.</p> <p>Det ser ud til at solpletten vandrer langsommere ved randen. Men det er et synsbedrag. Vi kan beregne vinkelhastigheden.</p>
--	---

Vi tegner det i Geogebra, Billede 11: Cirklen er Solen set fra et punkt over Solens ”geografiske” Nordpol:



På samme måde kan du beregne vinkelhastigheden for en solplet på din film fra SDO. Du finder vinklen med \cos^{-1} på din lommeregner, ligesom du gør i matematiktimen.

Tværfagligt undervisningsprojekt om nordlys for 9. klasse

Når du skal måle, så brug en større forstørrelse med tydeligere solpletter, end jeg kunne vise med de små fotos her i opgaven. I et tegneprogram kan du forstørre så meget, at du kan tælle pixels.

Du kan bruge trigonometri, når du vil forstå Solen.

Ved sin ækvator drejer Solen en omgang på ca. 25 døgn, men nærmere ved polerne varer en omgang længere tid – omkring 10 døgn længere nær polerne.

Dette medfører solpletter og solstorme, som du får at se med film og animationer.

Eleverne observerer Solen med en Sunspotter



Billede 12, Carsten S. Andersen (CSA)

En Sunspotter: Solens lys samles af en linse og reflekteres af et spejl, således at der kommer en projektion af Solen på papiret.

Opstillingen er helt ufarlig.

Man skal rykke opstillingen for at holde projektionen af Solen på papiret.

Man kan tegne en ring rundt om billedet af Solen, således at man næste dag kan måle, hvordan en solplet har flyttet sig.

En Sunspotter er en virkelig god investering. I Stjernechamberet på Bellahøj Skole bruger vi det på mange klare dage.

Se mere her: Sunspotter, hentet 11.2015, <http://www.sagitta.se/artikel.php?id=314#.VkEP8rcvfIU>

Solens opbygning og uløste gåder

Se denne gode film på 7:56 min af Jacob Trier Frederiksen, hentet 11.2015.

http://www.nbi.ku.dk/scienceexplorer/rummet/solstorme_og_rumvejr/video/

Tværfagligt undervisningsprojekt om nordlys for 9. klasse

Jeg vil gerne tage jer med på tænkt "en rejse" ind i Solens kerne. Derfra vil vi rejse ud gennem Solen og undersøge Fotosfæren, som sender sollyset ned til Jorden. Vi vil rejse videre op gennem Solens Kromosfære og Korona. Vi vil undre os over gåder som forskerne endnu ikke har løst. Vi vil følge solvinden til Jordens magnetfelt og "rejse" gennem nordlyset og igennem lagene i Jordens atmosfære. På den måde kommer vi til at forstå nordlyset. **Du kan læse om denne "rejse" side 54 .**

Men først skal vi lave mange sjove eksperimenter, undersøgelser og beregninger.

Simple eksperimenter med satellitters baner, planeters baner, Solsystemets dannelse

Kilde: C.S.Andersen Sjove forsøg med rumfart, 8.11.2014

http://boernafgalileo.dk/sjove_forsog_om_rumfart.pdf

Cykelpumpen

Formål: At lære hvordan stjerner bliver opvarmet, når de dannes.



Billede12 (CSA) **Du skal bruge** en cykelpumpe.

Sådan gør Du: Pump, mens en finger eller en ventil holdes for. Fortsæt indtil du mærker varmen.

Når man presser gas sammen, bliver det varmt. I stjerne-dannende tåger presses kold gas sammen af tyngdekraften. Trykket og temperaturen i midten bliver høj nok til at fusion kan begynde.

De positivt ladede atomkerner kan bliver skudt så hårdt mod hinanden, at de kommer tæt på hinanden. Kernekrafterne kan derefter holde dem sammen, så at der opstår et tungere grundstof. Derved frigøres energi.

Kontorstolen

Formål: At vise hvordan planeter kan komme i kredsløb.

Tværfagligt undervisningsprojekt om nordlys for 9. klasse



Billede 13 (CSA) **I skal bruge** en kontorstol

Sådan gør I:

Arme og ben strækkes, mens dine venner skubber dig i rotation.

Træk så arme og ben ind.

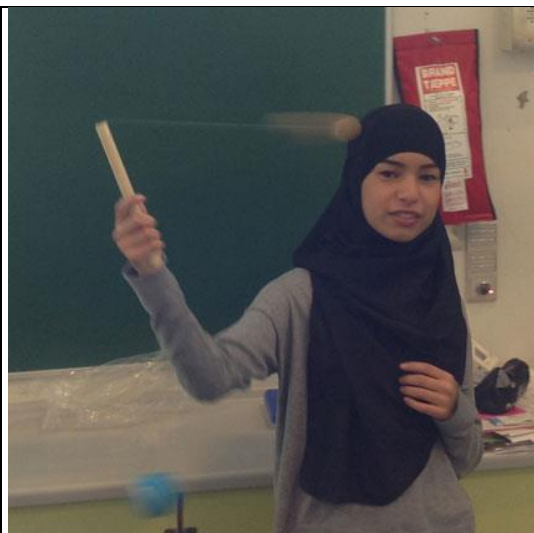
Hvad sker?

På samme måde kan nye planeter komme i kredsløb, når de dannes i en tåge der trækker sig sammen. Planeterne får fart nok til at falde ved siden af stjernen.

Rotation

Proppen i snoren.

Formål: At forstå satellitters kredsløb og planeters kredsløb



Billede 14 (CSA) **Materialer:**

En lille prop, en tennisbold, fiskesnøre, elektriker-rør, en fil, en saks, en hæklenål, og et lod.

Sådan gør I:

Sav et stykke elektriker-rør af og fil enderne glatte.

Stik hul i en tennisbold og træk fiskesnøren igennem med en hæklenål og bind bolden fast.

Stik den anden ende af fiskesnøren gennem elektriker-røret og bind enden fast i den lille prop.

Slyng den lille prop rundt, mens elektriker-røret holdes lodret, så at bolden trækker nedad.

Så længe proppen har energi nok, falder den ikke ind mod midten.

Tilfører man energi ved at slynge, vil proppen komme

Tværfagligt undervisningsprojekt om nordlys for 9. klasse

	i et højere kredsløb.
--	-----------------------

Hvad sker der med proppens bane, når en kammerat hænger et lod på bolden? I ser straks, at rotationen bliver hurtigere.

På samme måde roterer Jupiters måner hurtigt på grund af Jupiters store tyngdekraft. Man kan veje Jupiter ved at måle banen og omløbstiden for en af dens måner.

Forsøget illustrerer, at en satellit er i kredsløb, når den roterer hurtigt nok til at falde ved siden af.

Der er en fejl i denne model, fordi banen her er en cirkel. I rummet kan banen være eliptisk, fordi tyngdekraften formindskes proportionalt med afstanden i anden.

Men modellen bidrager til af forstå en satellits bane. Tilføres energi til satellitten, vil dens bane blive hævet. Hvis bevægelsesenergien mindskes, vil banen blive sænket.

Ekstra: Leg med satellitbaner her: http://www.sarepta.org/db_bilder/020918110028_2.swf

Sådan gør du: Åbn siden på din pc. Træk en hastighedspil fra bakken. Bliv ved med at forøge hastigheden indtil satellitten kommer i kredsløb. Kan du lave en elipse-formet bane? Her findes ikke den fejl, at alle baner får cirkelform.

Hvad sker der hvis du forøger hastigheden endnu mere?

Cykelhjulet

Formål: At forstå hvorfor Jorden ikke vælter.

Tværfagligt undervisningsprojekt om nordlys for 9. klasse



Billede 15 (CSA) I skal bruge et cykelhjul.

Sådan gør I: Du holder i hjulets skruer, mens en kammerat trækker hjulet i rotation.

Når du prøver at vippe hjulet, mens det roterer, så mærker hjulets ”modstand” mod at vælte.

På samme måde bliver Jordens akse stabil. Vores store måne hjælper Jorden med at holde sin akse stabil.

Frit fald

Formål: At vise vægtløshed eller mikro-gravitation.



Billede 16 (CSA) Vandets vægt og tryk får det til at sprøjte ud af hullerne i



Billede 17 (CSA) I kaster med flasken. Under kastet stopper vandet med at sprøjte ud. Det skyldes, at vandet

Tværfagligt undervisningsprojekt om nordlys for 9. klasse

flasken. (Der er boret tre 2-mm huller)	da er vægtløst og trykket forsvinder.
---	---------------------------------------

Under et frit fald er man vægtløs. Tyngdekraften svigter ikke. Man er vægtløs, både når man springer på Jorden i gymnastiktimen, og når man er i kredsløb om Jorden. Astronauter bliver altså vægtløse på grund af, at de falder frit - ikke fordi tyngdekraften svigter. Det er tyngdekraften, der holder dem og rumskibet i deres bane.

Mere rigtigt er det at sige, at astronauten ikke er helt vægtløs, men er udsat for mikro-gravitation. Det skyldes blandt andet, at rumskibet bremses lidt af den tynde ionosfære - den tynde ioniserede luft i rumskibets banehøjde.

En vægtløsheds-måler.

Vi har tidligere lavet vægtløsheds-målere. Vi afprøver dem. Andre klasser kan finde en opskrift og en vejledning på side 6-8 her:

C.S.Andersen, Sjove forsøg med rumfart s.6, 8.11.2014:

http://boernafgalileo.dk/sjove_forsog_om_rumfart.pdf

Ekspirerter med lys

Eleverne bruger skolens spektroskop

Formål: at observere spektre.

I skal bruge: Hånd-spektrometre, spektral-rør + spændingskilde, bunsenbrænder, salte, stålspatel

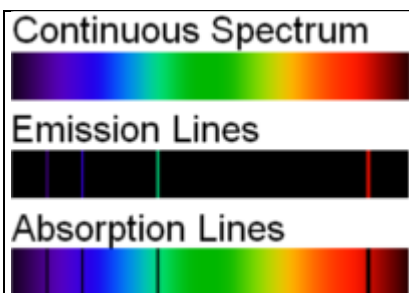
Et spektroskop adskiller lysets bølgelængder. På den måde kan man se hvilke farver eller bølgelængder, lyset består af.

Tværfagligt undervisningsprojekt om nordlys for 9. klasse



Billede18 (CSA) Med vores gode hånd-spektroskoper ser eleverne mod neonlyset og ser mange linjer. De sammenligner med det sammenhængende spekter af den blå himmel.

Billede 20 (CSA) Eleverne observerer et spektral-rør med glødende hydrogen med spektroskopet. De ser linjerne, som Bohrs teori forklarede. Spektre for andre grundstoffer undersøges også.



Billede 20. Øverst ses et kontinuert (sammenhængende) spektrum set på himlen med alle Sollysets farver.

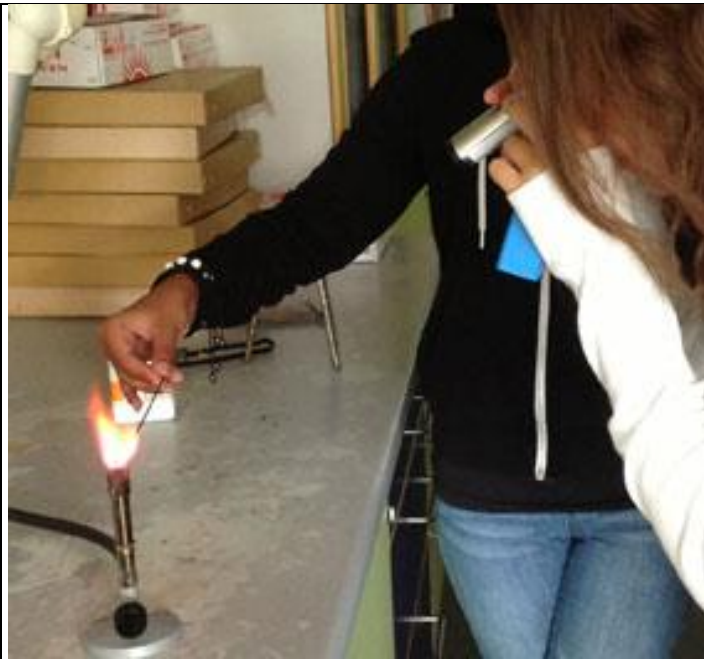
I midten ses hydrogenets emissions-spektrum, som eleverne ser ved et spektral-rør med hydrogen. (et elektron-spring giver en linje)

Nederst ses absorptionslinjer som fx en stjernes plasma selv har absorberet. Dette afslører stoffer i stjernen.

Kilde: Mette Friis Spektre hentet 11.11.2015

<http://fysikleksikon.nbi.ku.dk/s/spektre/> (jhausauer, Wikimedia Commons).

Ekspirerter med flammefarver



Billede 21, (CSA)

De lægger et lithium-salt på en stålspatel og sætter det ind i flammen.

En flot rød flammefarve ses. Det studeres også i spektroskopet.

Flammefarverne for metallerne natrium, kalium og kobber undersøges.

Astronomerne har spektrometre i deres teleskoper. De måler linjer i stjernernes lys. Disse linjer fortæller, hvilke metaller der er på en stjerne samt hvor meget, der er af hvert metal.

Ved at måle på forskydninger i linjerne kan astronomerne også beregne stjernens hastighed og magnetfeltets styrke. Man kan endog beregne stjernens alder.

Eleverne bygger deres egne simple spektroskoper

Når I har tid, kan I bygge jeres egne instrumenter: Se side 38-41 her: C.S.Andersen, Sjove forsøg med rumfart side 38-41, http://boernafgalileo.dk/sjove_forsog_om_rumfart.pdf

Eksperimenter med magnetisme

1. Eksperimenter med magnetiske feltlinjer






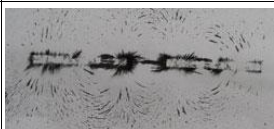
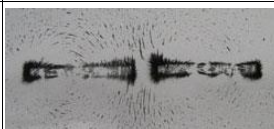
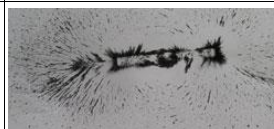
Formål: At vise magnetiske feltlinjer og at forstå Jordens og Solens magnetfelt.

I skal bruge: Magneter, papir, jernfilspåner, fad, polystyren, magnet probe, søm, savklinge

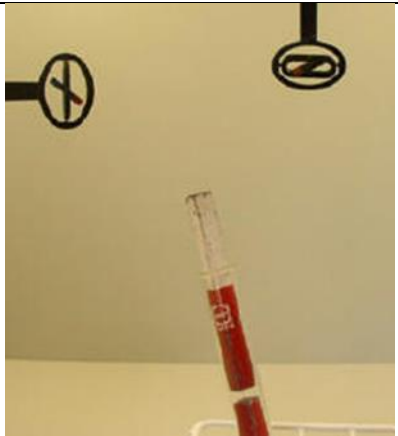
Magnetiske feltlinjer vist med jernfilspåner m.m.

Læg en magnet under et stykke papir og drys jernfilspåner på papiret. Undgå at jernfilspånerne kommer på magneten, da de er svære at trække af igen. Prøv forskellige opstillinger fx disse:

Tværfagligt undervisningsprojekt om nordlys for 9. klasse

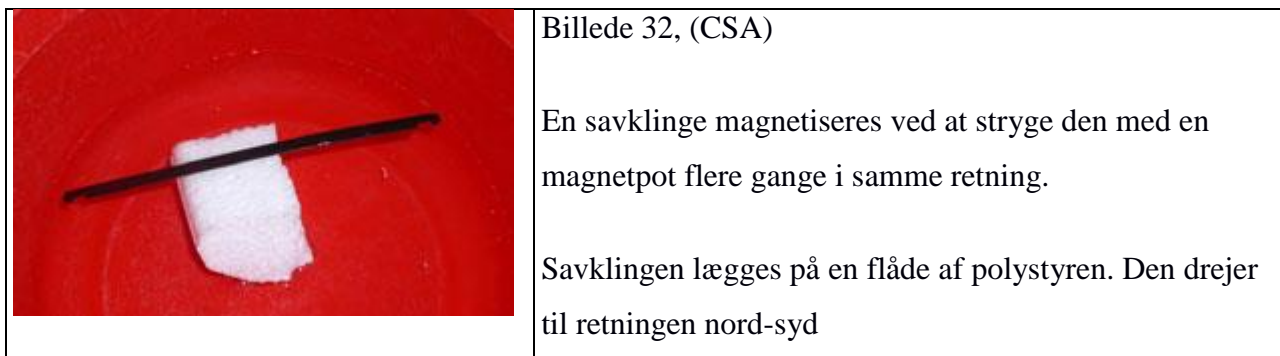
			
			
Billede 22-25, (CSA) Feltlinjerne vist med jernfilspåner. Linjerne ligger tættest ved polerne	Forskellige poler tiltrækker hinanden	Billede 26-30, (CSA) Ens poler frastøder hinanden	Et jernsøm tiltrækker feltlinjerne

- a. Tag et lille kompas, der kan drejes i flere akser - en magnet probe - og før den fra Nordpolen ud i den retning, den selv peger. Læg mærke til kurven den følger.

	<p>Billede 31, (CSA)</p> <p>Magnet probens retning viser magnetfeltet. Dette er en simpel model af jordmagnetismen i 3D. Jordens magnetiske sydpol ligger nord for Canada. Kompasser rundt om på Jorden stiller sig i feltets retning.</p> <p>Holder man magnet proben alene - langt fra andre magneter, vil den vise, at feltet peger ned i jorden i retningen mod Jordens magnetiske sydpol. I Danmark hælder magnet proben ca. 70 grader i forhold til vandret. Det må være retningen mod en magnetpol i Jordens flydende jernkerne.</p>
---	---

- b. Et kompas sejlene på vand.

Tværfagligt undervisningsprojekt om nordlys for 9. klasse



- c. Masten af en lodret savklinge sejler i en bue og viser feltet



Kilde: C.S.Andersen, 2004, vælg ”Magnetisme på Jorden og på Mars”

<http://www.bellahoej.kk.dk/Infoweb/Indhold/Stjernekammeret/stjernekammeret%20forside.htm>

- d. Her er en sjov måde at vise magnetiske feltlinjer

Physics girl, 20.20.2015, https://www.youtube.com/watch?v=RtBtD0_KZ9o

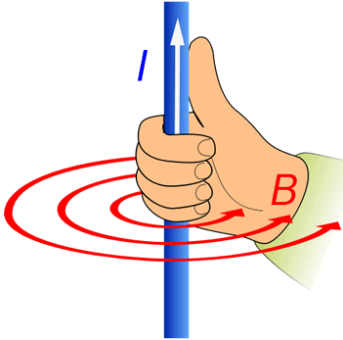
2 Eksperimenter med elektromagnetisme



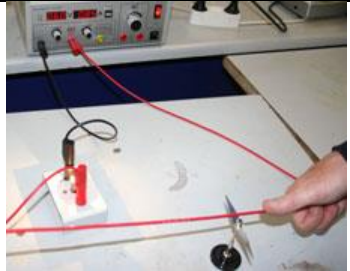
- a. Magnetnålens udslag ved en elektrisk strøm

Formål: at måle hvordan magnetfeltet fra en elektrisk strøm påvirker et kompas

I skal bruge: Strømforsyning, ledninger, lampe, kompas

Tværfagligt undervisningsprojekt om nordlys for 9. klasse

	<p>Billede 35, Kilde: NAROM</p> <p>Forklar ved hjælp af gribe-reglen: Sæt højre hånds tommelfinger i strømmens retning fra + til -.</p> <p>Da vil strømmen skabe et magnetfelt i fingrenes retning, når du krummer fingrene.</p> <p>Læg mærke til, at feltet har modsat retning på den modsatte side af ledningen</p>
---	---

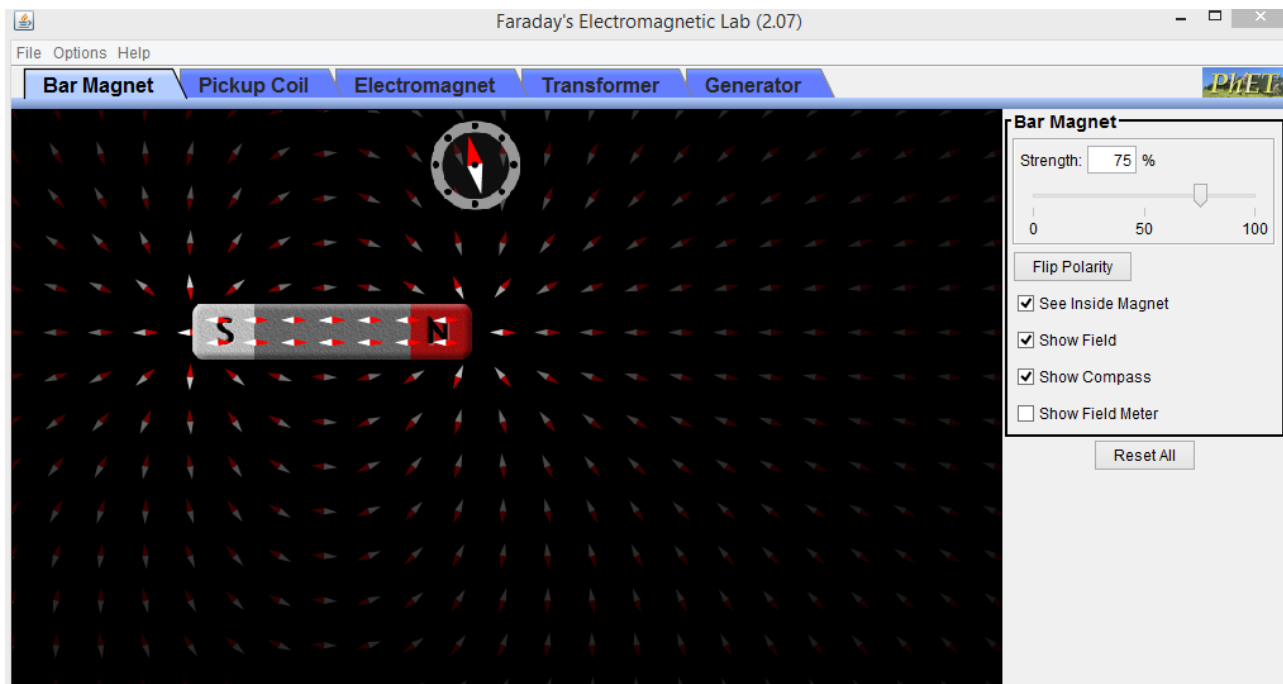
		
<p>Billederne herover 36 - 38, CSA. Brug en 6 volt DC fra en strømforsyning og en 6V,1A glødelampe, som vist på fotografierne. Prøv en opstilling, hvor du lægger en ledning på langs af et kompas - først over kompasset (36), så under kompasset (37). Læg derefter ledningen på tværs (38).</p>	<p>Hvordan tror du kompasset vil blive påvirket, når du tænder strømmen?</p> <p>Prøv at tænde strømmen.</p> <p>Slog kompasset ud som forventet, da ledningen gik på langs over kompasset? Hvorfor blev udslaget modsat, da man flyttede ledningen under kompasset?</p>	<p>Hvorfor blev kompasset ikke påvirket af en strøm på tværs?</p> <p>Hvordan bliver udslaget, hvis du sender strømmen den modsatte vej?</p> <p>Prøv.</p> <p>Passer det med gribe-reglen?</p>

Disse forsøg blev først udført af danskeren H.C. Ørsted i 1807. Han var overrasket over udslagene. Andre forskere arbejdede videre og gjorde opfindelser, som ændrede verden. Disse forsøg kan også bruges til at forklare noget om nordlyset.

Se en sjov måde at vise magnetfeltet:

Tværfagligt undervisningsprojekt om nordlys for 9. klasse

b. Interaktive Simuleringer som er sjove og som eleverne lærer meget af.




Billede 39, Man kan frit downloade simuleringer fra Phet.colorado.edu. Her kan man fx simulere et magnetfelt, en elektromagnet, en generator og en transformer. Hent simuleringerne her: Phet.colorado, hentet 1.2015, <https://phet.colorado.edu/da/simulation/legacy/generator>

3. Eksperimenter med jordmagnetisme

a. Magnetometeret (ekstraopgave)

Hvis din skole har et Honeywell magnetometer, så kan I udføre flere spændende øvelser med det.

Fx dette:

	<p>Billede 40, Kilde NAROM</p> <p>Du ser magnetfeltets koordinatsystem med de vandrette komponenter x og y, samt den lodrette komponent.</p> <p>Læg magnetometeret i kompas-retningen. Drej det indtil en af komponenterne x, y eller Z</p>
---	---

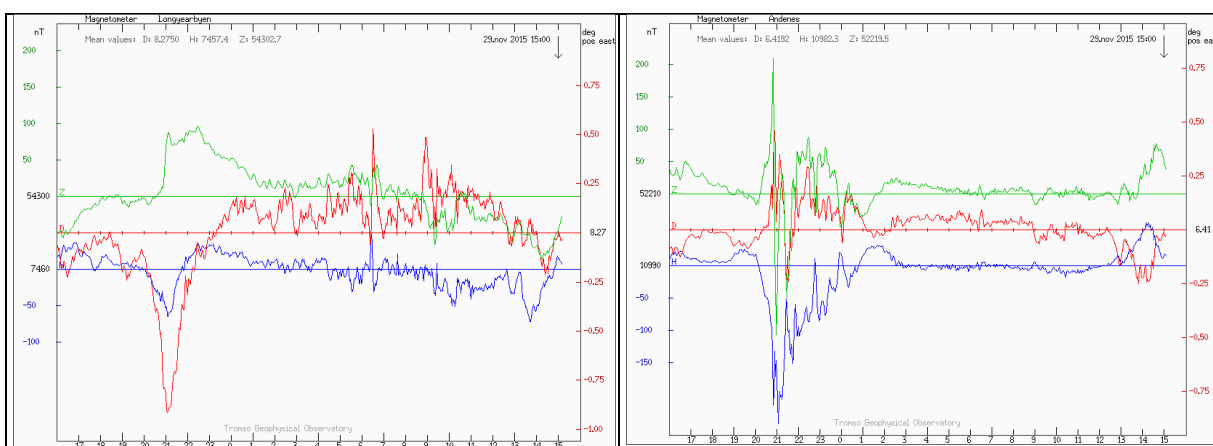
Tværfagligt undervisningsprojekt om nordlys for 9. klasse

	bliver nul. På den måde kan du finde komponenterne i feltet. Det samlede felt findes ved at lægge de tre komponenter sammen. Til dette kan du bruge Pytagoras.
--	--

b. Magnetometre på internettet (**ekstraopgave**)

Tromsø Geophysical Observatory, 29.11.2014, <http://flux.phys.uit.no/geomag.html>

<http://flux.phys.uit.no/Last24/>



Billede 41 og 42. Ovenstående links giver dig målinger fra mange magnetometre i flere lande. Når du vælger last 24, får du aktuelle målinger.

Her er målinger for Longyearbyen og Andenes den 28.11.15 kl. 21 norsk tid.

På det tidspunkt ses den grønne kurve over Bz at bevæge sig modsat de to steder:

I Andenes er der et brat fald til minus i den grønne kurve. Samtidigt tiltager Bz positivt i Longyearbyen.

Det tyder på en elektrisk strøm i rummet mellem de to stationer. Fra gribe-reglen ved du, at feltet er modsat på den anden side af en ledning med strøm.

Satellitten ACE måler en time tidligere udslag i Bz, som tyder på at der kom nordlys.

Billede 41-42: Magnetometer-målinger 29.09.15. Det samlede magnetfelt får man ved at lægge de tre magnetiske komponenter sammen med Pytagoras.

Strømstyrken har sikkert givet Nordlys i mere end 100 km's højde. Man kender eksempler på strømstyrker i nordlyset på mere end 1,5 millioner Ampere. Derfra kan man beregne magnetfeltet med Biot-Savarts lov for det tilfælde, at strømmen går i en ret linje (her øst-vest):

Tværfagligt undervisningsprojekt om nordlys for 9. klasse

$B = \mu_0 / 2\pi \cdot I / r$, hvor $\mu_0 = 4\pi \cdot 10^{-7} \text{ Tm/A}$ er en naturkonstant, I er den elektriske strømmen og r er afstanden fra strømmen.

Kilde: NAROM Magnet-feltøvelse. Data jeg har downloadet fra Tromsø Geophysical Observatory Realtime magnetogram, 24 hr plot hentet 12.11.2015, <http://flux.phys.uit.no/Last24/>

Eksempel:

Magnetfeltets styrke er proportional med strømstyrken og omvendt proportional med afstanden.

Man kender eksempler på at strømstyrken i nordlyset er 1.500.000 Ampere! Vi sætter denne store strømstyrke ind i Biot Savarts lov og beregner magnetfeltet 200 km derfra.

$$B = \mu_0 / 2\pi \cdot I / r = 4\pi \cdot 10^{-7} \text{ Tm/A} \frac{1.500.000 \text{ A}}{2 \cdot \pi \cdot 200.000 \text{ m}} = 1,5 \cdot 10^{-7} \text{ T} = 150 \text{ nT (nanotesla)}$$

Magnetometrene på Jorden kan let måle et magnetfelt på 150 nT eller mindre. Derfor kan man følge nordlyset på magnetometer-målingerne, selvom det måske findes 200 km derfra.

Jordens magnetisme er meget stærkere: omkring 60.000 nT ved polerne og 30.000 nT ved ækvator.

Kilde: <https://snl.no/jordmagnetisme> hentet 11.2011

Ekstra læsning: Malte Olsen fra Niels Bohr Institutet fortæller spændende om magnetfelter her: Malthe Olsen, 20.08.2013, En masse spørgsmål om magneter, http://www.nbi.ku.dk/spoerg_om_fysik/fysik/magneter/

Nordlys

Nordlysets former og farver

Animationer og videoer:

Animationer af Nordlys vises og forklares for klassen

<http://www.viten.no/vitenprogram/vis.html?prgid=uuid%3A189983DF-99F6-39E9-B370-000033E461C6&tid=1065407&grp=>

Video fra Universitetet i Nordland:

http://www.mn.uio.no/fysikk/tjenester/kunnskap/nordlys/00_loadVideospiller.swf

Nordlysets former vises og læres:

Tværfagligt undervisningsprojekt om nordlys for 9. klasse

<http://www.viten.no/vitenprogram/vis.html?prgid=uuid%3A189983DF-99F6-39E9-B370-000033E461C6&tid=1065400&grp=>

Nordlysforskningens historie ses og læres:

<http://www.viten.no/vitenprogram/vis.html?prgid=uuid%3A189983DF-99F6-39E9-B370-000033E461C6&tid=1065401&grp=>

Film: Steffen Danielsen film om Nordlys set fra Tromsø 4:19 min

<https://www.youtube.com/watch?v=kMshaTwpb6o>

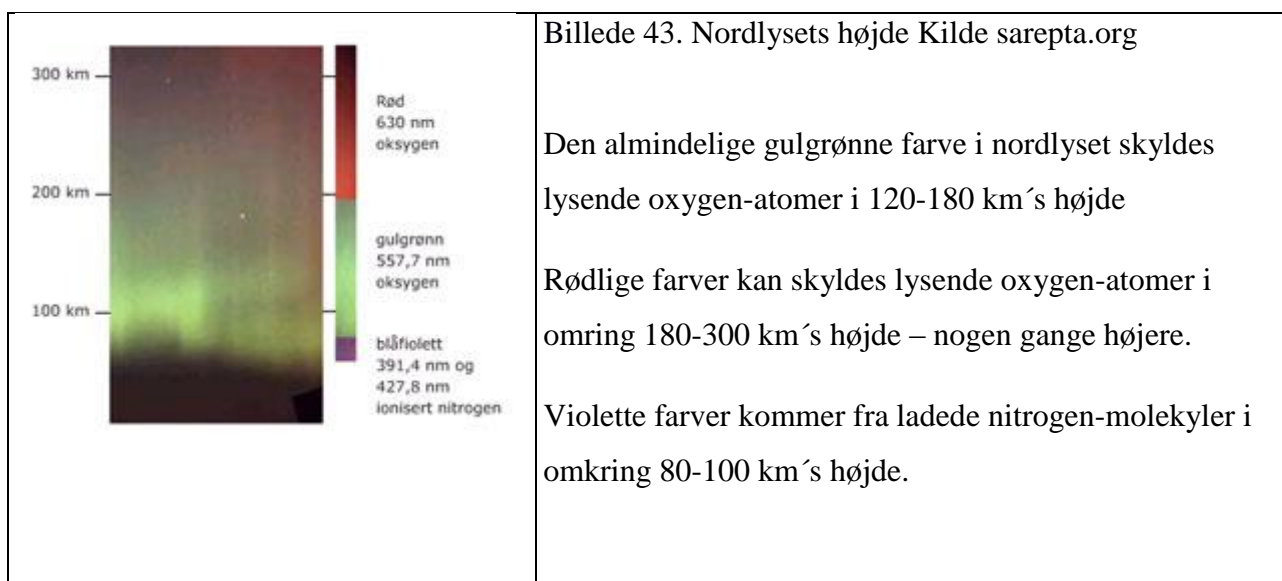
Film: Thor Even Mathisen 2:13 min:

<https://www.youtube.com/watch?v=joy4CcDdKDg>

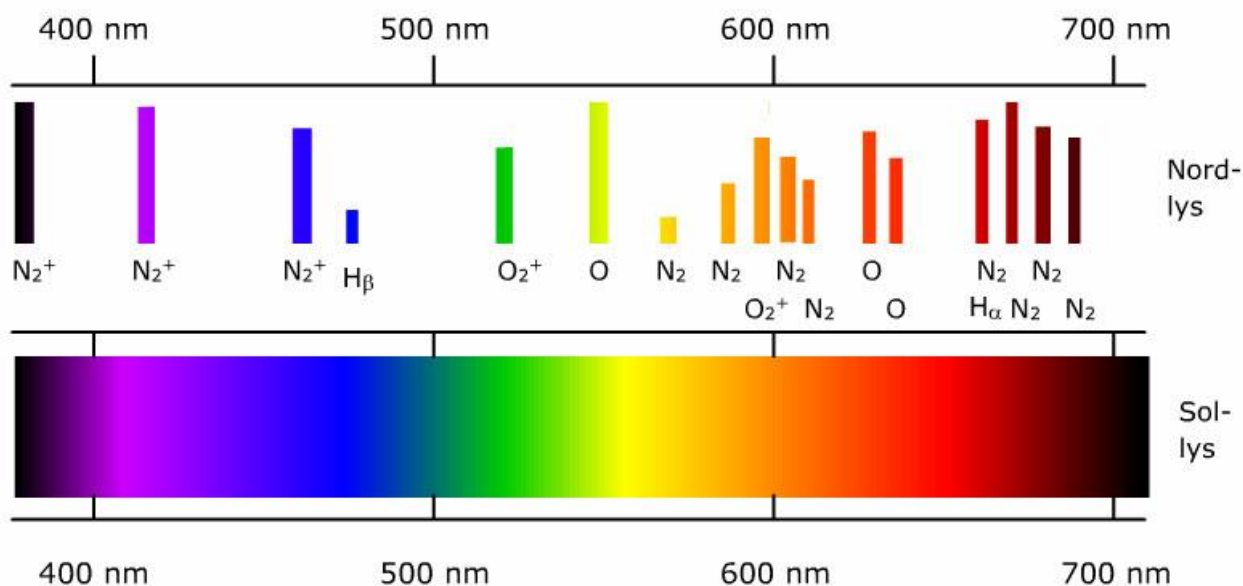
Farverne i nordlyset

Nordlyset dannes ladede partikler rammer atomer i Jordens øverste atmosfære Ionosfæren.

Elektroner bliver skubbet bort fra den fra deres indre bane. Atomet bliver eksiteret. Kort efter springer elektronen tilbage, så at atomet igen kommer i grundtilstanden. Derved afleveres en pakke energi som lys. Hvis pakken har stor energi vil farven være i den violette ende af skalaen. Mindre energipakker giver grønne og røde farver. (Se Niels Bohrs atommodel side 15). Nogle bølgelænder er for lange eller for korte til at kunne ses af menneskeøjet.



Tværfagligt undervisningsprojekt om nordlys for 9. klasse



Billede 44. Her ses hvilke atomer, der giver hvilke farver i nordlyset.

Kilde: Jordas atmosfære, nordlysfarver og former, hentet 11.2015,

<http://www.sarepta.org/objekt.php?aid=62&bid=29&oid=632&s>

Eleverne downloader data om solvinden fra ACE-satellitten

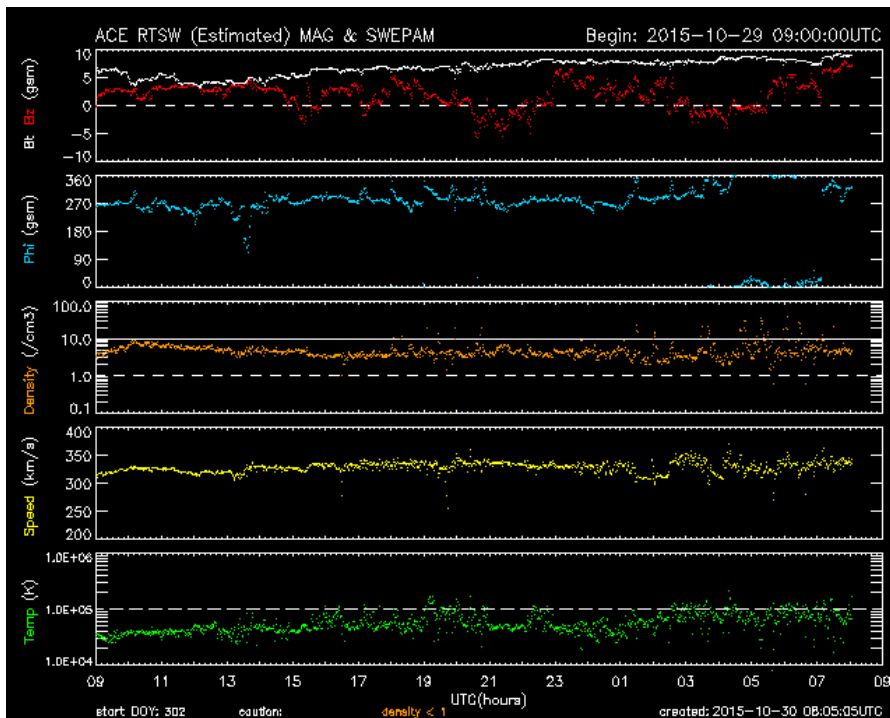
Du kan downloade aktuelle data om solvinden fra satellitten ACE - Advanced Composition Explorer. Den kredser i en bane omkring Lagrange-punkt 1, der ligger 1,5 millioner km fra Jorden i retningen mod Solen. Partikler i solvinden passerer ACE ca. en time før den når frem til området nær ved Jorden. Men ACE sender sine målinger med lysets hastighed til os, så at vi modtager målingerne allerede efter 5 sekunder. Derfor har vi en times varsel, når ACE's målinger viser gode muligheder for nordlys.

Den 29. oktober 2015 stod mine venner og jeg på Andøya i Norge og håbede på at se nordlys den aften. Vejrudsigten viste "klart vejr". Men hvordan var rumvejret. Det undersøgte vi ved at åbne denne side:

<http://www.swpc.noaa.gov/products/ace-real-time-solar-wind>

På den måde fik vi kurver for bl.a. solvindens magnetfelt ved ACE i det sidste døgn. Du kan gøre det sammen. Næste morgen downloadede vi dette billede fra ACE:

Tværfagligt undervisningsprojekt om nordlys for 9. klasse



Billede 45 om målinger fra ACE den 29/30. oktober 2015

Første kurve viser magnetfeltet i solvinden. Det er meget enkelt at aflæse. Det er godt at vide følgende om kurverne først:

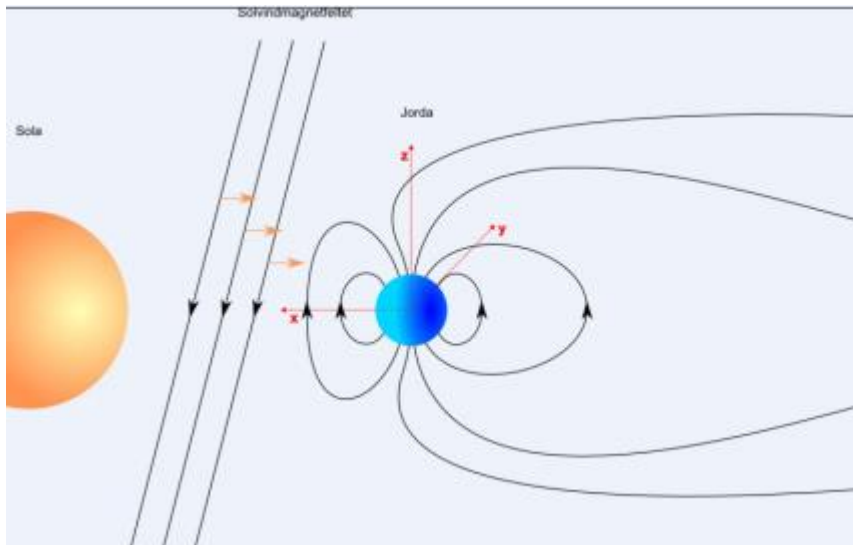
Magnetfeltet vises et koordinatsystem, der hedde Geocentric Solar Magnetospheric. Centrum er midten af Jorden. X-aksen peger mod Solen, y-aksen er vinkelret derpå i planeternes plan. Z-aksen peger mod nord vinkelret på de to andre akser.

Magnetfeltet i z-aksen – B_z er tegnet som en rød kurve. Den hvide kurve er det samlede magnetfelt, hvor man har lagt B_z , B_x og B_y sammen. Da vinklerne mellem akserne er rette, kan man lægge sammen ved at bruge Pythagoras. Men her behøver vi blot at aflæse B_z . Vi leder efter hurtige forandringer i B_z , hvor B_z slår ned i det negative – så at B_z får retningen mod syd.

Vi vender tilbage til den røde kurve over B_z fra ACE. Vi ser at B_z om aftenen den 29. oktober slog ned i minus flere gange. Det kan betyde, at nordlys er på vej.

Tværfagligt undervisningsprojekt om nordlys for 9. klasse

Vi forstår det, når vi studerer denne tegning:



Billede 46. Tegning af solvindens- og Jordens magnetfelt. Kilde: sarepta.org

Vi ser at solvinden rammer Jordens magnetfelt og presser det sammen på dag-siden og trækker det ud i en lang hale på natsiden. Jordens magnetfelt har en retning fra den magnetiske nordpol ved Antarktis til den magnetiske sydpol ved Canada. Hvis solvindens magnetfelt har samme retning er der ikke udsigt til nordlys. Men hvis Solens og Jordens felter er rettet modsat, så vil solvindens energi sende ladede partikler ned mod Jordens atmosfære i en oval rundt om de magnetiske poler.

På dag-siden kommer dag-nordlys, som er vanskelig at observere. På natsiden udløses energi, når felterne støder sammen i den lange magnetiske hale bag Jorden. Ladede partikler sendes ned mod atmosfæren i en oval rundt om polerne. Da kommer nat-nordlyset.

Vi vender tilbage til ACE's kurver. Den anden kurve skal vi ikke bruge her. Den viser nordlysfeltets vinkel i forhold til x-aksen i planeternes plan.

De sidste tre kurver er vigtige: density, speed og temperatur.

Det er en betingelse for nordlys at densiteten eller stoftætheden er over 1 partikel pr. kubikcentimeter. Jo højere des bedre.

Speed eller farten af solvinden viser hvornår Jorden påvirkes. Her aflæses ca. 340 km/s for aftenen den 29.10.15. Da er det enkelt at måle rejsetiden:

$$1.500.000 \text{ km} / 340 \text{ km/s} = 4.412 \text{ sek.} = 73 \text{ minutter.}$$

Tværfagligt undervisningsprojekt om nordlys for 9. klasse

Tidspunktet på ACE angives i UT eller London tid. I Norge er klokken en time mere. Dertil skal vi så lægge rejsetiden for solvinden på omkring en time. Vi gik ud og spejdede. Nordlyset kom til tiden.

Vi så store øst-vest vendte grønne ”gardiner” komme hen over os fra nord. Vi satte vores kameraer på stativ. Jeg tog mange billeder med 1600 ISO og 30 sek. åbningstid. Det var en helt fantastisk oplevelse. Senere på aftenen så vi også røde og violette farver.

Høje værdier og hurtige forandringer i de tre nederste kurver: density, speed og temperatur viser gode chancer for nordlys. I Nordnorge kan nordlyset godt komme, selvom energien ikke er så høj. Længere sydpå kan man opleve nordlys, når solvinden har meget energi. Men en betingelse er det, at solvindens magnetfelt har en komponent i modsat retning af Jordens felt – dvs. at solvindens Bz slår om i negativ retning. Det er enkelt for dig at aflæse.

Kilde:

ACE-satellitten måler solvinden, hentet 11.2015,

<http://www.sarepta.org/objekt.php?aid=62&bid=29&oid=2183&s=>

Kilde: Alexander Biebricher, 18.08.2014, <http://www.naturfag.no/artikkel/vis.html?tid=2085535>

NAROM, Praktiske Aktiviteter, hentet 11.2015,

<https://www.narom.no/artikkel.php?aid=3&bid=150&oid=1002>

Forudsigelse og observation. Gå ud se nordlyset. Fotografér det.

Man kan åbne en fælles side: Space Weather Prediction Center:

<http://www.swpc.noaa.gov/>

Der kan man søge på ”ACE” og kommer til

<http://www.swpc.noaa.gov/products/ace-real-time-solar-wind>

Det er den side vi brugte i forrige afsnit side, da vi ville se om der var udsigt til Nordlys den aften.

Hvis man søger på “ENLIL” kommer man til

WSA-ENLIL SOLAR WIND PREDICTION:

Tværfagligt undervisningsprojekt om nordlys for 9. klasse

<http://www.swpc.noaa.gov/products/wsa-enlil-solar-wind-prediction>

Der kan man se optagelser af solvinden fra Stereo satellitterne. På kurver og animationer kan man se udsigten for rumvejret, **space weather**. **Se også: www.rumvejr.dk**

Se også Tycho Brahe Planetariet: <http://planetariet.dk/astronomi-rumfart/himlen-netop-nu/solen/aktuelle-billeder>

Danmark:

I Danmark kan der også komme nordlys, selvom det er sjældnere. Efter store solstorme kommer nordlyset længere sydpå. De største solstorme har givet nordlys helt ned til Sydeuropa.

Når du har set, at der er udsigt til nordlys:

Kør langt væk fra byens lys, så at det bliver mørkt.

Tag varmt tøj på og varme sko.

Hav tålmodighed til at vente.

Sæt kameraet på et stativ, så at du kan eksponere i fx 30 sek.

Se de smukke billeder som Jesper Grønne har taget af nordlys i Danmark:

Jesper Grønne, hentet 11.2015, <http://www.fotojesper.dk/gallery/thumbnails.php?album=186>

Beregning af højden af nordlyset (ekstraopgave)

I 1800 - tallet diskuterede folk, hvor højt nordlyset var. Nogle mente, at det gik helt ned til jorden. Andre sagde at det måtte være højt oppe i atmosfæren. For 100 år siden løste den norske professor Carl Størner og hans hold problemet. De regnede med den samme trigonometri, som du har lært i 9. klasse.

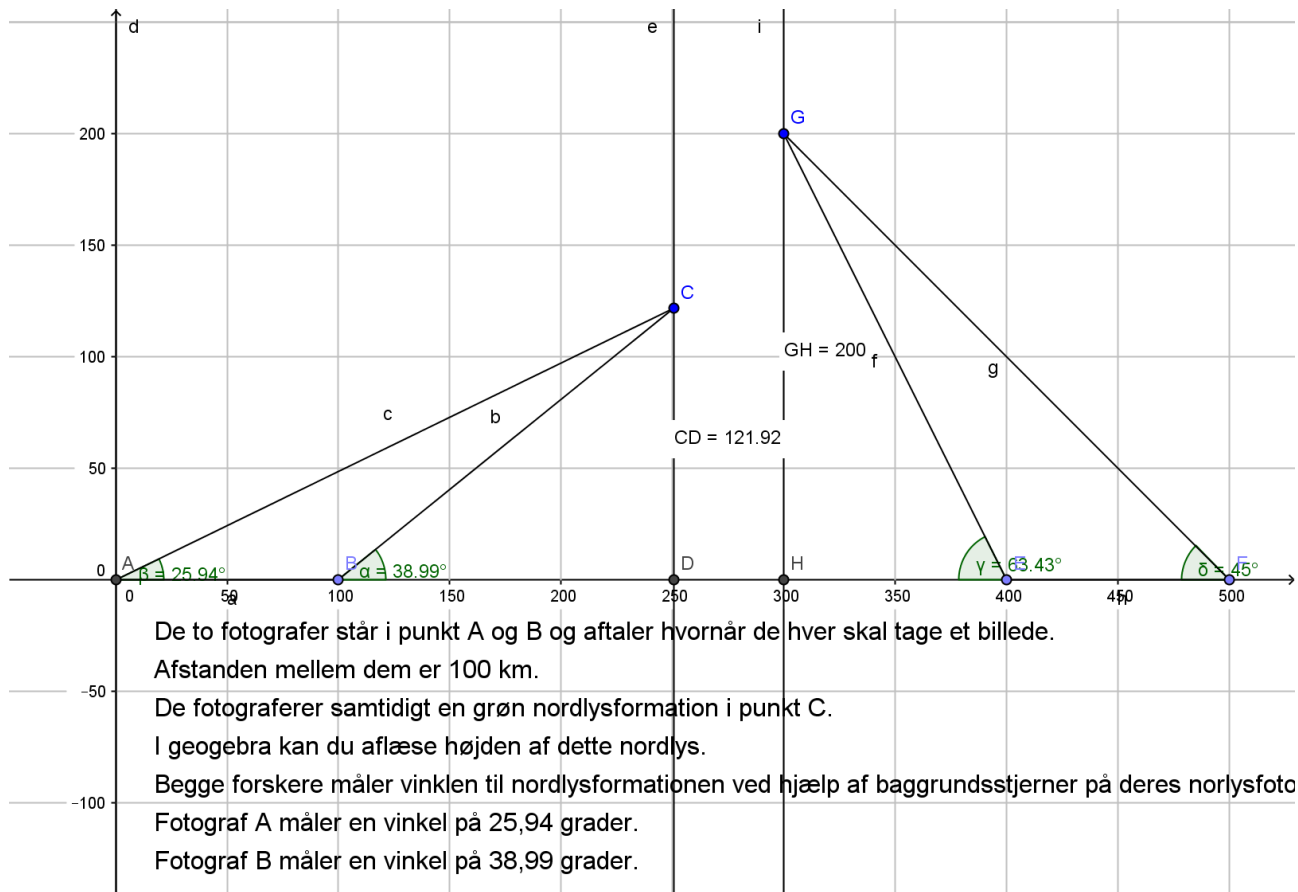
Carl Størner og hans assistent fysikeren O.A. Krogness opfandt et kamera, der kunne fotografere nordlyset.

To forskere stod 50 km -200 km fra hinanden og så på nordlyset. De ringede til hinanden og aftalte, hvilken formation af nordlyset de ville fotografere. På samme tidspunkt tog de hver et billede af lyset. På billederne kunne man se stjerner bag nordlyset. Derfra kunne forskerne beregne, hvilken

Tværfagligt undervisningsprojekt om nordlys for 9. klasse

vinkel denne nordlys-formation dannede med horisonten. Men vinklerne til Nordlyset var forskellige på de to fotografier. Derfra kunne man beregne nordlysets højde.

Her er et eksempel tegnet i Geogebra:

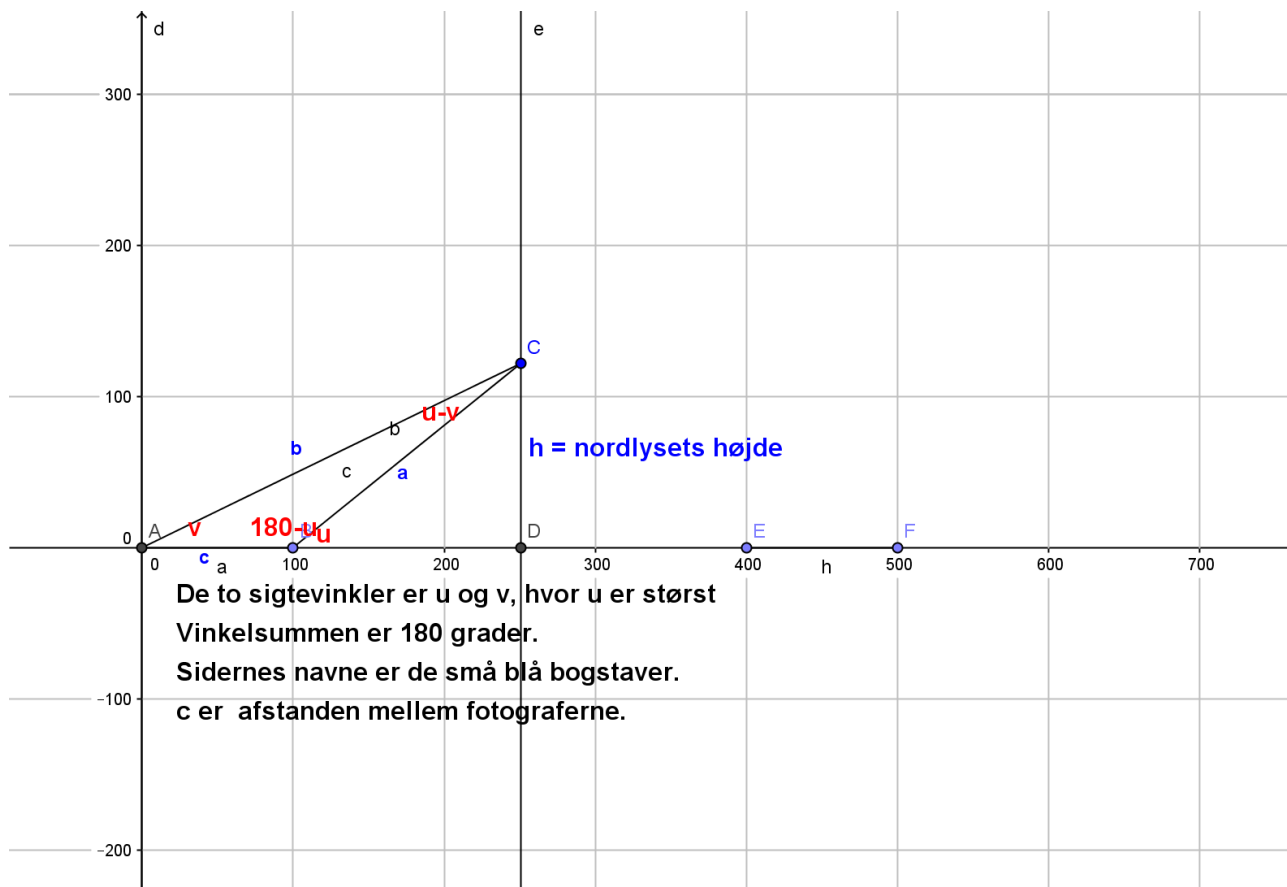


Billede 47 Det grønne nordlys i C og det røde nordlys i G

Du kan aflæse højden af det grønne nordlys i Geogebra.

Det kunne forskerne A og B ikke. De måtte beregne ud fra vinklerne:

Tværfagligt undervisningsprojekt om nordlys for 9. klasse



Billede 48 med vinkler side og højde.

Sinus-relationerne:

I begyndelsen af 1. g vil eleverne der lære, at sinus til en vinkel i en trekant forholder sig til sin modstående side i samme forhold som en anden vinkel i samme trekant forholder sig til sin modstående side:

$$\frac{a}{\sin(v)} = \frac{c}{\sin(u-v)} \text{ ensbetydende med at } a = \frac{c \cdot \sin(v)}{\sin(u-v)}$$

Trekant BCD er retvinklet. Det medfører at $\sin(u) = \frac{h}{a}$ ensbetydende med at $h = \sin(u) \cdot a$

$$a = \frac{c \cdot \sin(v)}{\sin(u-v)} \text{ indsættes}$$

$$h = \sin(u) \cdot \frac{c \cdot \sin(v)}{\sin(u-v)} = \frac{c \cdot \sin(u) \cdot \sin(v)}{\sin(u-v)}$$

$$\text{Højden} = \frac{\sin(u) \cdot \sin(v)}{\sin(u-v)} \cdot \text{afstanden mellem fotografjerne}$$

Tværfagligt undervisningsprojekt om nordlys for 9. klasse

$$\text{Højden af denne grønne nordlys-formation} = \frac{\sin(u) \cdot \sin(v)}{\sin(u-v)} * c = \frac{\sin(38,99^\circ) \cdot \sin(25,94^\circ)}{\sin(38,99^\circ - 25,94^\circ)} * 100 \text{ km} =$$

121,9 km. Dette tal kan også måles i Geogebra.

Fotograferne E og F tager samtidigt hver et fotografi af den røde nordlys-formation i punkt G. Der er 100 km mellem de to fotografer. Ved hjælp af baggrundsstjerne bestemmes deres sigtelinjer til 63,43 grader og 45 grader.

De opstiller følgende regnestykke:

$$\text{Højden af dette røde nordlys er:} = \frac{\sin(63,43^\circ) \cdot \sin(45^\circ)}{\sin(63,43^\circ - 45^\circ)} * 100 \text{ km} = \underline{\hspace{2cm}} \text{ km. Det kan I beregne.}$$

Lidt senere fotograferer de samme to forskere violet Nordlys. De måler vinklerne 26,57 grader og 45 grader. Afstanden mellem dem er stadig 100 km. Hvor højt er dette violette nordlys?

$$\text{Højden af dette violette nordlys er} = \frac{\sin(u) \cdot \sin(v)}{\sin(u-v)} * 100 \text{ km} = \underline{\hspace{2cm}} \text{ km}$$

Kilde: Egeland, Henriksen og Henriksen 1997 TEMAHEFTE 3 OM NORDLYS side 17 og 18
Højde, <http://www.naturfag.no/binfil/download.php?did=2321>

Udforskning af nordlyset med raketter

På Andøya Space Center i Norge har man i 50 år sendt raketter op i Nordlyset for at udforske det. Raketter er bedst til dette, fordi fly og balloner ikke kan komme op i Nordlyset. Rumskibe kan flyve der, men der er ofte for meget luftmodstand til at de kan blive i nordlysets højde.

På Andøya undersøger man også atmosfæren med LASER

Se mere her:

Andøya Space Center, 2015, <http://andoyaspace.no/>

Ekskursion til Stjernerammeret, Bellahøj Skoles digitale planetarium

Tværfagligt undervisningsprojekt om nordlys for 9. klasse

Man oplever Det digitale Starlab projekteret på et fast 50 kvadratmeter store halvkugleformet loft. Jeg vil vise en rejse i solsystemet og animationer for at forstå døgnet, året, solsystemet og Nordlyset. Desuden vises en guidet tur på stjernehimlen, som forberedelse til at gå ud og observere.

<http://www.bellahoej.kk.dk/Infoweb/Indhold/Stjernerkaammeret/stjernerkaammeret%20forside.htm>

Video om Stjernerkaammeret: <http://boernafgalileo.dk/sporg.htm>

Kikkertaften

Invitér en amatør-astronom til at komme og opstille sit teleskop. Ofte er amatør-astronomer meget dygtige til at formidle.

Eventuelt kan man beslutte hvilken uge, man vil holde aftenen. Selve aftenen behøver først at fastlægges, når man ser en god vejrudsigt. Se også på udsigten til nordlys.

Når datoen er bestemt, opreklameres elektronisk.

Elevernes forberedelse:

Eleverne samler Galileoskoper og sætter dem på fotostativer.

Vejledning her:

How to assembly, 27.01.2010, <https://www.youtube.com/watch?v=XcwfghkGekY>

Monteringsanvisning, hentet 11.2011

<http://www.astronomi2009.no/images/stories/iya2009/Monteringsanvisning-for-Galileoskopet.pdf>

Eleverne øver i at observere med Galileoskoper. De kan øve i dagslys, men er opmærksomme på ikke at rette Galileoskopet mod Solen. Vejledning her:

Vejledning til Galileoskopet, hentet 11.2015,

<http://boernafgalileo.dk/kikkertvejledningtillaereren.pdf>

Jeg lærer eleverne at bruge planetarieprogrammet Stellarium

Brug planetarieprogrammet Stellarium til at finde rundt på Stjernehimlen. Det er godt og enkelt.

Har du brug for et lille kursus i Stellarium, kan du finde det her:

<https://www.youtube.com/watch?v=hQtLH0FafRI> Vejledning i Stellarium 7.7.2012

Tværfagligt undervisningsprojekt om nordlys for 9. klasse

En guide til den aktuelle Stjernehimmel findes her:

http://boernafgalileo.dk/himlen_netop_nu.pdf , hentet 11.2015

Nyheder om, hvad man kan se, kan du finde ved at tilslutte dig facebook-gruppen Børn af Galileo

Elevernes Præsentationer:

På kikkert-aftenen kan man gå ind og se elevernes præsentationer. De har i grupper lavet præsentationer om Solen, om nordlys og om deres eksperimenter. Eleverne kan lære rigtig meget af selv at formidle.

Senere kan de vise deres præsentationer for yngre klasser. Det kan skabe interesse hos børnene at se de spændende fremlæggelser, som de unge mennesker viser.

5. Konklusion

De opgaver, som mine lærere ved Universitetet i Nordland har givet mig, har været en gave for mig. Ved at løse opgaverne, er jeg kommet til at lære om nordlyset og om de spændende problemer som forskerne arbejder med at løse. På den måde har jeg opdaget, at Solsystemet er endnu mere forunderlig, end jeg før havde bemærket. På vores kursus på Andøya lavede jeg og mine medstuderende spændende øvelser, hørte inspirerende foredrag, og vi så nordlys og fotograferede det.

I denne eksamens-opgave forsøger jeg at give noget af dette videre til mine elever. De kan selv downloade data og billeder fra satellitter og på den måde og lære spændene ting om nordlyset og dets baggrund. Eleverne skal også lave mange eksperimenter, som kan give dem forståelse og færdigheder. Der er gode ekstraopgaver til de resursestærke, hurtige elever

Eleverne får også til opgave at lave en præsentation om deres eksperimenter og undersøgelser. Det er mulighed for, at de skal fremlægge præsentationerne på en kikkert-aften. De kan også fremlægge deres præsentationer for en yngre klasse. Dette vil ikke kun være motiverende for de yngre elever. De elever, der formidler - eller de grupper af elever der formidler - vil selv lære meget.

Jeg håber, at eleverne derigennem får interesse for naturfag - at de får lyst til at lære mere. Dette kan give dem gode interesser som voksne, og det kan bane vejen for, at nogen af dem vælger en uddannelse inden for naturfagene.

Tværfagligt undervisningsprojekt om nordlys for 9. klasse

Dette projekt opfylder mange mål i alle naturfag og matematik. Alt er forklaret fra grunden, så at projektet kan forstås af alle lærere i 9. klasse.

Denne eksamensopgave vil jeg gerne dele med mine kolleger. Jeg håber, at vi kan tilrettelægge et godt projekt til glæde for eleverne. Efter eksamen vil jeg gerne sætte mit projekt ind på mit site her:

<http://boernafgalileo.dk/skriv.htm>

Jeg håber at flere lærere deltager i kurserne under Nordic Esero i 2016:

Videreuddannelseskurs i 2016, <http://esero.no/laererkurs/videreuddannelseskurs-i-2016/>

Praktiske aktiviteter, hentet 11.2015, www.narom.no/artikkel.php?aid=3&bid=150&oid=1002

Her er fotos fra Under Polarhimlen uge 44 2015: <https://www.flickr.com/photos/naromasc>

6. Litteraturliste

Anja C.Andersen, hentet 11.2015, Grundstofdannelse i Stjerner,
http://fysikleksikon.nbi.ku.dk/g/grundstofdannelse_i_stjerner/

E.Andersen, C.Petresch, hentet 11.2015, Bohrs Atommodel,
<http://fysikleksikon.nbi.ku.dk/b/bohrmodel/>

Meget mere om Bohrs Atommodel findes på <http://fysik-kemi.dk/kbhsj/>, under *Atomets historie*:
Se fx denne video om emission og absorption: <https://vimeo.com/87714795>

C.S.Andersen, 8.11.2014, Sjove forsøg med rumfart s.2-17, s. 23, s. 26-29, s.38-41:
http://boernafgalileo.dk/sjove_forsog_om_rumfart.pdf

C.S.Andersen, 2004, vælg ”Magnetisme på Jorden og på Mars”

C.S.Andersen, nov.2015, Guide til Stjernehimlen, http://boernafgalileo.dk/himlen_netop_nu.pdf

C.S Andersen: Video om Stjernerummet, hentet 11.2015, <http://boernafgalileo.dk/sporg.htm>
<http://www.bellahoej.kk.dk/Infoweb/Indhold/Stjernerummet/stjernerummet%20forside.htm>

Andøya Space Center, hentet 11.2015, <http://andoyaspace.no/>

Tværfagligt undervisningsprojekt om nordlys for 9. klasse

Birger Andresen, Vår livgivende sol, hentet 11.2015,

http://www.nvg.ntnu.no/org/taf/publikas/sol_art.htm

Astronomi 2009, Monteringsanvisning for Galileoskopet,

<http://www.astronomi2009.no/images/stories/iya2009/Monteringsanvisning-for-Galileoskopet.pdf>

Alexander Biebricher, 18.08.2014, Nordlysvarsling i klasserommet

<http://www.naturfag.no/artikkel/vis.html?tid=2085535>

Brekke, Byhring, Moen, Christensen, hentet 11.2015, Video om nordlys, Universitetet, Fysisk Institutt http://www.mn.uio.no/fysikk/tjenester/kunnskap/nordlys/00_loadVideospiller.swf

Lise Brix, Solstorme voldsommere end hidtil antaget, 29.10.2015, <http://videnskab.dk/miljo-naturvidenskab/solstorme-soludbrud-korona-carringtonstormen-voldsommere-end-hidtil-antaget>

Børn af Galileo, 2015, www.boernafgalileo.dk.

Steffen Danielsen, 24.09.2011, Nordlys over Tromsø video 4:19 min

<https://www.youtube.com/watch?v=kMshaTwpb6o>

Danmarks tekniske Universitet: <http://www.space.dtu.dk/Forskning/Solsystemet/Rumvejr>

Opdateret af Carol Anne Oxborrow den 26. august 2015

Egeland, Henriksen og Henriksen, 1997, TEMAHEFTE OM NORDLYS, side 15: Bohrs atommodel, side 17-18 om højde: <http://www.naturfag.no/binfil/download.php?did=2321>

Esero Nordic, 2015, Videreudd. Kurser <http://esero.no/laererkurs/videreutdanningskurs-i-2016/>

Evans, Carlsson, Hansteen, Haugan, 18.6.2013, Nye øjne med IRIS

<http://www.mn.uio.no/astro/forskning/aktuelt/aktuelle-saker/astronytt/2013/iris-science.html>

Gyldendal, Den store danske: Solarkonstanten, hentet 11.2011,

http://www.denstoredanske.dk/It,_teknik_og_naturvidenskab/Astronomi/Solen/solarkonstanten

Forsidefoto: Carsten Skovgård Andersen den 29.10.2015, Andøya

Tværfagligt undervisningsprojekt om nordlys for 9. klasse

Jacob Trier Frederiksen, Video, Niels Bohr Institutet, hentet 11.2015,

http://www.nbi.ku.dk/scienceexplorer/rummet/solstorme_og_rumvejr/video/

Mette Friis, spektre, hentet 11.2015, <http://fysikleksikon.nbi.ku.dk/s/spektre/>

Fælles mål, hentet 11.2011, <http://www.emu.dk/omraade/gsk-1%C3%A6rer?smarturl404=true>

Thor Even Mathisen, 8.02.2013, Aurora Borealis, video 2:13 min:

<https://www.youtube.com/watch?v=joy4CcDdKDg>

Jesper Grønne, hentet 11.2015, Nordlysfoto fra Danmark

<http://www.fotojesper.dk/gallery/thumbnails.php?album=186>

NAROM, Praktiske Aktiviteter, hentet 11.2015,

www.narom.no/artikkel.php?aid=3&bid=150&oid=1002

NAROM Magnetfeltøvelse

NASA, hentet 11.2015, factsheet om atmosfæren

http://www.nasa.gov/centers/langley/news/factsheets/DIAL_prt.htm

NASA, 21.11.2015, IRIS, IRIS, <http://iris.gsfc.nasa.gov/index.html>

NASA, The Heliosphere, 11.08.2014, tegning, <http://solarscience.msfc.nasa.gov/Heliosphere.shtml>

NASA, 1.2.2011, Magnetic Reconnection, https://www.youtube.com/watch?v=i_x3s8ODaKg

NASA, hentet 11.2015, Sommerfuglediagram, <http://solarscience.msfc.nasa.gov/images/magbfly.jpg>

Louis Nielsen, Ernest Rutherford, hentet 11.2015,

<http://www.rostra.dk/louis/andreat/Rutherford.html>

Malte Olsen, Niels Bohr Institutet, 20.08.2013 En masse spørgsmål om magneter

http://www.nbi.ku.dk/spoerg_om_fysik/fysik/magneter/

Phet.colorado, hentet 11.2015, magnetiske simulationer,

<https://phet.colorado.edu/da/simulation/legacy/generator>

Physics girl, 20.20.2015, https://www.youtube.com/watch?v=RtBtD0_KZ9o

Tværfagligt undervisningsprosjekt om nordlys for 9. klasse

<http://www.sarepta.org/objekt.php?aid=62&bid=> Følgende 17 artikler alfabetisk hentet 20.11.2015,:

ACE-satellitten måler solvinden,

<http://www.sarepta.org/objekt.php?aid=62&bid=29&oid=2183&s=>

Cluster-satellittene overvåker solvinden, hentet 11.2015,

[http://www.sarepta.org/objekt.php?aid=62&bid=186&oid=1267&s](http://www.sarepta.org/objekt.php?aid=62&bid=186&oid=1267&s=)

elektromagnetisk stråling, hentet 11.2015, <http://www.sarepta.org/objekt.php?aid=419&oid=2311&>

Fra "makro" til "mikro" – virvler observert av Cluster, hentet 11.2015,

<http://www.sarepta.org/objekt.php?aid=62&bid=186&oid=1836&s=>

Heliosfæren, hentet 11.2015, <http://www.sarepta.org/objekt.php?aid=62&bid=150&oid=1132&s=>

Hva består sola av? hentet 11.2015,

<http://www.sarepta.org/objekt.php?aid=62&bid=66&oid=1029&s=>

Jordas atmosfære, nordlysfarger og former, hentet 11.2015

[http://www.sarepta.org/objekt.php?aid=62&bid=29&oid=632&s](http://www.sarepta.org/objekt.php?aid=62&bid=29&oid=632&s=)

”Leg med satellitbaner”: http://www.sarepta.org/db_bilder/020918110028_2.swf

les mer om solflekker og magnetfelt, hentet 11.2015,

<http://www.sarepta.org/objekt.php?aid=62&bid=161&oid=1147&s=>

Norsk forskning på Cluster, hentet 11.2015,

<http://www.sarepta.org/objekt.php?aid=62&bid=186&oid=1270&s=>

SDO utforsker Sola, <http://www.sarepta.org/objekt.php?aid=62&bid=186&oid=2392&s=>

SOHO: http://www.sarepta.org/db_bilder/020712_080824_2.gif

Solas enorme energiproduksjon, hentet 11.2015,

<http://www.sarepta.org/objekt.php?aid=62&bid=66&oid=1032&s=>

Solas Struktur, [http://www.sarepta.org/folder.php?aid=62&bid=66&s](http://www.sarepta.org/folder.php?aid=62&bid=66&s=)

Solflekker, <http://www.sarepta.org/objekt.php?aid=62&bid=161&oid=1145&s=>

Solvinden , <http://www.sarepta.org/objekt.php?aid=62&bid=150&oid=1130&s=>

Tværfagligt undervisningsprojekt om nordlys for 9. klasse

<http://www.sarepta.org/objekt.php?aid=419&oid=2311&>

De ydre lag, <http://www.sarepta.org/objekt.php?aid=62&bid=66&oid=1028&s=>

Emily Rocksta, 27.01.2010, How to assembly a Galileoscope,

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

Rumvejr.dk: www.rumvejr.dk

SDO, Solar Dynamic Observatory, hentet 20.11.2015, <http://sdo.gsfc.nasa.gov/>

Space Weather Prediction Center, hentet 20.11.2015,

1) ACE Real-time Solar wind <http://www.swpc.noaa.gov/products/ace-real-time-solar-wind>

2) <http://www.swpc.noaa.gov/> og søge derfra

3) WSA-ENLIL SOLAR WIND PREDICTION <http://www.swpc.noaa.gov/products/wsa-enlil-solar-wind-prediction>

Space Rip, 14.08.2011, Extreme Solar Flares, <https://www.youtube.com/watch?v=nmDZhQAleXM>
2,52 min

Mia Strande **hentet 11.2015**, Atmosfæriske vinduer,

http://fysikleksikon.nbi.ku.dk/A/atmosfaeriske_vinduer/

Sunspotter, **hentet 11.2015**, <http://www.sagitta.se/artikel.php?id=314#.VkEP8rcvfiU>

Stellarium, 7.7.2012, Vejledning, <https://www.youtube.com/watch?v=hQtLH0Fafri>

Stjernekammeret, 2015,

<http://www.bellahoej.kk.dk/Infoweb/Indhold/Stjernekammeret/stjernekammeret%20forside.htm>

Stjerneguide til en aktuel måned, CSA 2015, http://boernafgalileo.dk/himlen_netop_nu.pdf

Store Norske leksikon, hentet 11.2011, <https://snl.no/jordmagnetisme>

Ulla Svensmark, 29.05.2013, Intergral-Røntgenobservationer af universet

<http://www.space.dtu.dk/Forskning/Projekter/INTEGRAL>

Tværfagligt undervisningsprojekt om nordlys for 9. klasse

Tromsø Geophysical Observatory, 29.11.2014, <http://flux.phys.uit.no/geomag.html> og <http://flux.phys.uit.no/Last24/>

UCAR, hentet 11.2015, Animation af Solens felt, <http://scied.ucar.edu/magnetic-field-lines-tangle-sun-rotates>

Under Polarhimlen, uge 44 2015: <https://www.flickr.com/photos/naromasc>

Vejledning til Galileoskoptet, Carsten Andersen, hentet 11.2015, <http://boernafgalileo.dk/kikkertvejledningtillaereren.pdf>

Viten.no , hentet 11.2015,

- 1) Animationer af Nordlys vises og forklares for klassen

<http://www.viten.no/vitenprogram/vis.html?prgid=uuid%3A189983DF-99F6-39E9-B370-000033E461C6&tid=1065407&grp=>

- 2) Nordlysets former vises og læres:

<http://www.viten.no/vitenprogram/vis.html?prgid=uuid%3A189983DF-99F6-39E9-B370-000033E461C6&tid=1065400&grp=>

- 3) Nordlysforskningens historie ses og læres:

<http://www.viten.no/vitenprogram/vis.html?prgid=uuid%3A189983DF-99F6-39E9-B370-000033E461C6&tid=1065401&grp=>

vg.nyheter, 4.11.15, Solstorm slo ut flyraderer <http://www.vg.no/nyheter/utenriks/luftfart/solstorm-slo-ut-flyraderer-i-sverige/a/23555203/>

7. Faglig artikel om nordlys

Jeg vil gerne tage jer med på tænkt ”en rejse” ind i Solens kerne. Derfra vil vi ”rejse” ud gennem Solen og undersøge Fotosfæren, som sender sollyset ned til Jorden. Vi vil ”rejse” videre op gennem Solens Kromosfære og Korona. Vi vil undre os over gåder som forskerne endnu ikke har løst. Vi vil

Tværfagligt undervisningsprojekt om nordlys for 9. klasse

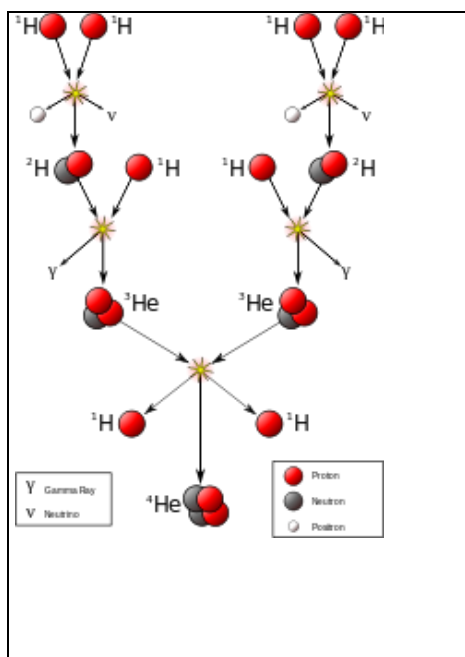
følge solvinden til Jordens magnetfelt og ”rejse” gennem nordlyset og igennem lagene i Jordens atmosfære. På den måde kommer vi til at forstå nordlyset.

Inde i Solens kerne

På vej ind i Solen stiger trykket og temperaturen. Inde i Solens kerne er temperaturen 15 millioner grader, og stoffet er presset så meget sammen, at en liter vejer 160 kg.

Det er for varmt til, at nogen elektroner kan kredse omkring atomkernerne. Alle elektroner er frie. Ved vore temperaturer på Jordoverfladen, kredser elektroner oftest omkring atomkernen. Inde i kernen er der protoner og neutroner, der hver er ca.1836 gange tungere end en elektron.

Atomkernerne frastøder hinanden, fordi de alle har positiv ladning. På grund af varmen i Solens kerne skydes atomkernerne alligevel så tæt sammen, at kernekrafterne kan holde to protoner og to neutroner sammen. Kerner af hydrogen (deuterium) med hver en proton og en neutron smelter derfor sammen til kerner af helium med hver to protoner samt to neutroner. Man kalder dette fusion.



Hvert sekund omdannes mere end 600 millioner tons hydrogen til helium. Men den dannede helium vejer 4,3 millioner tons mindre en hydrogenet. Denne masse omdannes til energi efter Einsteins formel: $E = m \cdot c^2$, hvor m er massen på 4,3 millioner tons og c er lysets hastighed på 300.000 km i sekundet .

Dette giver Solen en effekt på $3,86 \cdot 10^{26}$ Watt. I Jordens afstand giver det en effekt på ca.1367 W pr. m^2 . Det er denne solenergi, der giver os energi til at leve!

Tværfagligt undervisningsprojekt om nordlys for 9. klasse

Kilde: Gyldendal, Den store danske: Solarkonstanten, hentet 11.2011,

http://www.denstoredanske.dk/It,_teknik_og_naturvidenskab/Astronomi/Solen/solarkonstanten

I solens kerne produceres 0,00175 Watt pr. kg masse. Du ved sikkert at et menneske producerer ca. 1 Watt pr. kg. Så mennesket producerer altså mere end 500 gange mere energi pr. kg end Solens kerne producerer!

Forklaringen er at Solens kerne er så tung, at dens samlede energiproduktion alligevel er meget stor. Men det kan da berolige os, at Solens energiproduktion pr. kilo er så beskednen, for betyder jo, at Solen kan fortsætte sin energiproduktion 6 milliarder år mere, inden dens brændstof slipper op!

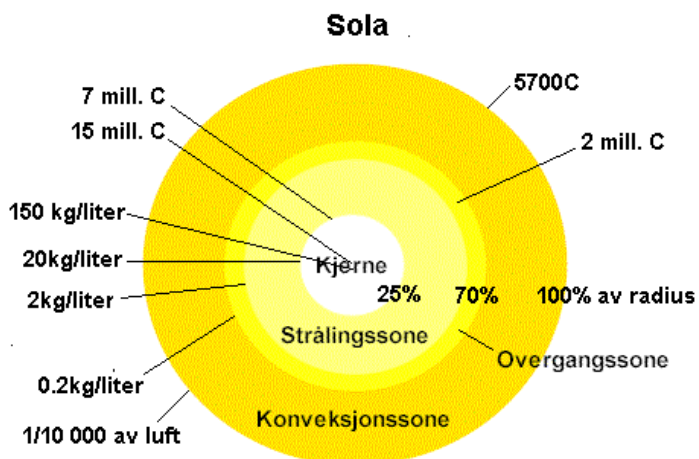
Kilde: Solas enorme energiproduksjon, hentet 11.2011,

<http://www.sarepta.org/objekt.php?aid=62\\&bid=66&oid=1032&s=>

I heliumkerne dannes også et eller to neutroner uden ladning, men med næsten samme masse som protonerne. På den måde kommer en stabil kerne, som kan holde sammen. Inde i stjerner dannes senere i stjernernes liv grundstoffer, der er tungere end hydrogen ved fusion. Der kan dannes atomer så tunge som jern eller lettere end jern. Når stjernen dør, kan nogle af atomerne blive spredt, således at der senere kan opstå planeter som Jorden, der mest består af atomer, som er produceret inde i stjernerne.

I stjerner, der er større end 8 solmasser er varmen og fusionen meget voldsom, så at de tidligt løber tør for brændstof. Brændstoffet slipper op, når de har dannet en jernkerne. Disse stjerner synker så sammen af mangel på tryk udad. Det medfører et supernova-udbrud, hvor stof kastes bort. Under supernova-udbruddet rammes stoffet af neutroner, og derved omdannes mange atomer til tunge grundstoffer som fx sølv, guld, bly og uran. Disse stoffer findes på Jorden, fordi jordens atomer i tidens løb har været med i mange supernova-udbrud.

Kilde: Solas Struktur, hentet 11.2015, <http://www.sarepta.org/folder.php?aid=62&bid=66&s>



Tværfagligt undervisningsprojekt om nordlys for 9. klasse

Billede 50. Her ses zoner i Solen. Man kan se massetæthed og temperatur ved forskellige radier.

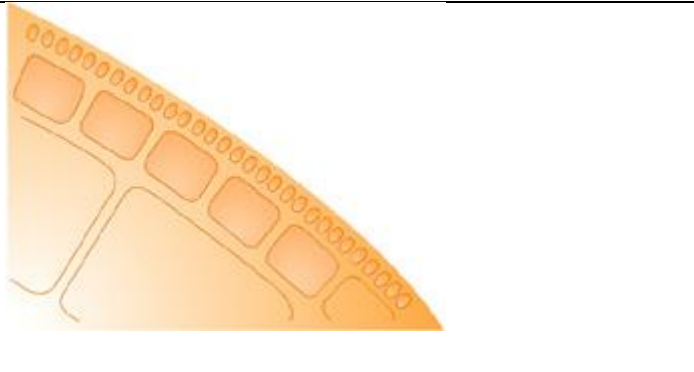
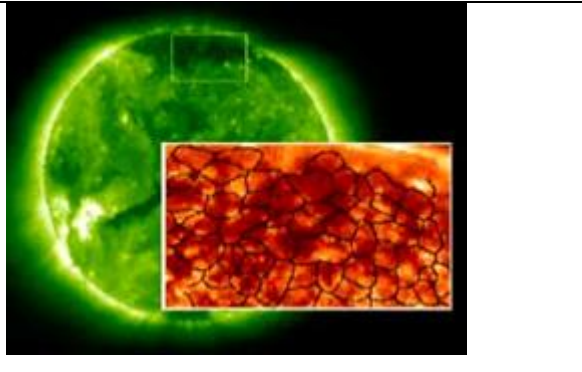
Kilde: Birger Andresen, Vår livgivende sol, hentet 11.2015

http://www.nvg.ntnu.no/org/taf/publikas/sol_art.htm

Over Solens kerne er **Strålingszonen**, der begynder, når man er kommet 25% af Solens radius bort fra centrum. Der er for "koldt" og for lavt tryk til at atomkernerne kan skydes ind i hinanden. Der er ingen fusion og ingen energiproduktion. Men der er så varmt, at elektroner ikke kan kredse om kernen. Energien fra kernen transporteres som stråling, men på grund af mange sammenstød kan det vare en million år, før energien kommer ud af Solen.

Konvektionszonen

Omkring 70% af radius bort fra centrum begynder Overgangszonen og Konvektionszonen. Der kan strålingen ikke trænge helt så hurtigt igennem, fordi temperaturen bliver lav nok til at enkelte elektroner kan blive indfanget af kernen i kort tid. Varmetransporten sker derfor ved konvektion. Det er næsten som i en gryde, hvor stoffet nederst udvider sig og stiger op, afgiver energi, afkøles og synker ned igen. Men dette solstof er helt anderledes derved, at elektroner og kerner er adskilte det meste af tiden - stoffet er ioniseret. Denne tilstandsform kaldes plasma, som vi på Jorden kender fra lyn og fra nordlyset i ionosfæren.

	
Billede 51 og 52. Solens konvektionszone. Nederst er kæmpeceller, hvor varm plasma stiger op og synker ned i strukturer, der er 200.000 km i	I de øverste 2000 km deler konvektionen sig op i granulationer med en diameter på 1000 km. Disse granulationer kan vi

Tværfagligt undervisningsprojekt om nordlys for 9. klasse

diameter. Over dette er super-granulationer med en diameter på 30.000 km	observere. De er tegnet herover. Kilde: www.sarepta.org
--	---

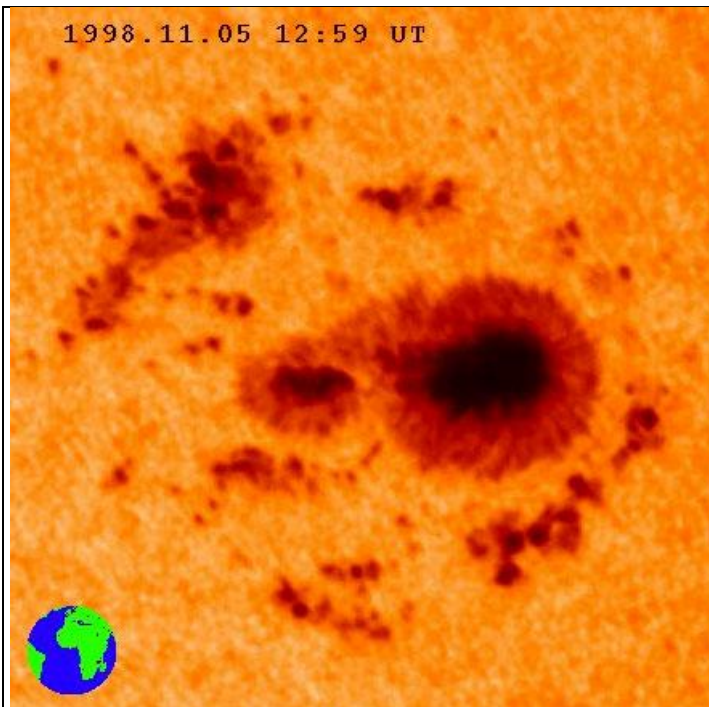
I Solens Konvektionszone opstår et stærkt magnetfelt, fordi de elektrisk ladede partikler bevæger sig. Dette magnetfelt bliver forvredet, fordi Solens rotationshastighed er anderledes i konvektionszonen. Under konvektionszonen roterer Solen som et fast legeme med en rotationstid på ca. 27 døgn. Men konvektionszonen roterer en omgang ved solens ækvator på omkring 25 døgn, men det går langsommere, jo fjernere fra ækvator det er. Ved polerne varer en omgang 36 døgn.

Ækvators hurtigere rotation betyder, at de magnetiske feltlinjer vrides, så at der kommer solpletter op over konvektionszonen, hvor vi kan iagttage dem. Se denne animation for at forstå det. Dog viser animationen, at solpletterne vandrer mod polerne- det er en fejl, for de nærmer til sig ækvator.

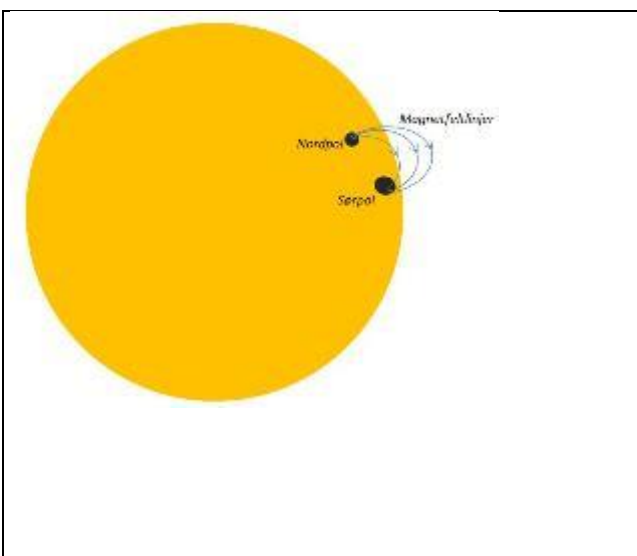
UCAR, hentet 11.2015, <http://scied.ucar.edu/magnetic-field-lines-tangle-sun-rotates>

Fotosfæren

Over Konvektionszonen er Fotosfæren, der kun er 500 km tyk. Der er plasmaet så tyndt, at lyset kan passere. Når vi observerer med synligt lys, er det mest Fotosfæren vi ser. Solens lys er for stærkt til, at vi må se på Solen med det blotte øje. Vi skal beskytte øjnene med formørkelses-briller eller se på en projektion af sollyset på et stykke papir. Før vi rettet et teleskop mod Solen, skal et specielt filter sættes foran linsen, objektivet. Så kan vi ofte se solpletter.

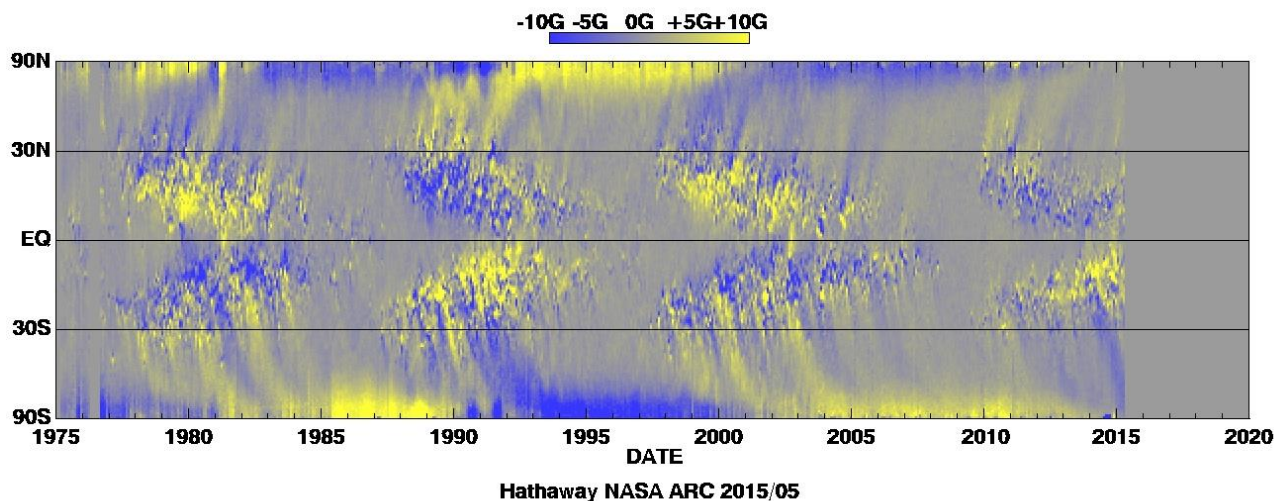


Billede 53. Solpletterns mørke midte kaldes Umbra. Der er magnetfeltet så stærkt, at temperaturen kun er omkring 4000°C , fordi magnetfeltet mindsker varmetransporten fra Solens indre. Det mindre mørke område kaldes Penumbra. Uden for dette område findes den almindelige fotosfære med en temperatur på ca. 5500°C . Man kan måle, at magnetfeltet i en solplet kan være helt op til 1000 gange stærkere end Jordens magnetfelt. I et spektrometer ses linjer i solspektret. Et stærkt magnetfelt kan dele en linje i to, og jo stærkere feltet er, des mere skubbes de to linjer fra hinanden. Solpletter er ofte meget større end Jorden. *Foto: SOHO/ESA/NASA*



Billede 54. I en solplet-gruppe er der mange nordpoler og sydpoler. Feltlinjerne kommer ud af en nordpol og går ind i en sydpol. Der dannes magnetfelt-løkker, som vrides mere og mere. To modsatte felter kan komme til at ligge tæt. Det kan betyde energien rekombinerer og udløses i et enormt udbrud – en Flare, der bliver så varm, at der udsendes meget røntgenstråling i et kraftigt glimt. Derefter kan følge en udkastning af plasma som kaldes Coronal Mass

Ejection - CME.



Billede 55. Dette billede af Solens magnetfelt kaldes et sommerfugle diagram. Gul betyder Nordpol, blå betyder sydpol. I en solplet-gruppe er der både nordpoler og sydpoler. Feltlinjerne kommer ud af Nordpolerne og går tilbage i sydpolerne. På den nordlige halvkugle er ene pol nærmest ækvator. På den sydlige er den modsatte pol nærmest ækvator. I løbet af en cyklus på ca. 11 år nærmer solpletterne sig ækvator. Det fører til, at Solens polaritet skifter plads og bliver modsat i de næste ca. 11 år. Ca. hvert 11 år skiftes polaritet, så at dette bliver modsat. I hver 11 års periode er der et solplet-maximum og et solpletminimum. Der kommer mest nordlys under solplet-maximum.

Kilder:

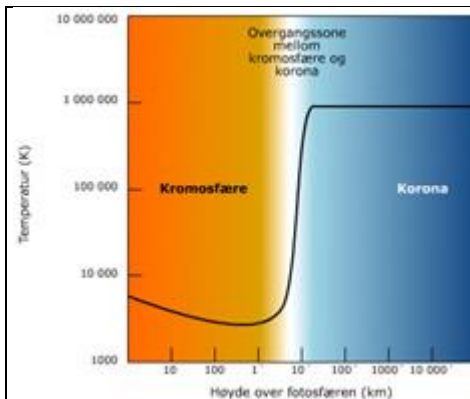
Solflekker, hentet 11.2015, <http://www.sarepta.org/objekt.php?aid=62&bid=161&oid=1145&s=>

les mer om solflekker og magnetfelt, hentet 11.2015,

<http://www.sarepta.org/objekt.php?aid=62&bid=161&oid=1147&s=>

NASA, Sommerfuglediagram, hentet 11.2015, <http://solarscience.msfc.nasa.gov/images/magbfly.jpg>

De ydre lag

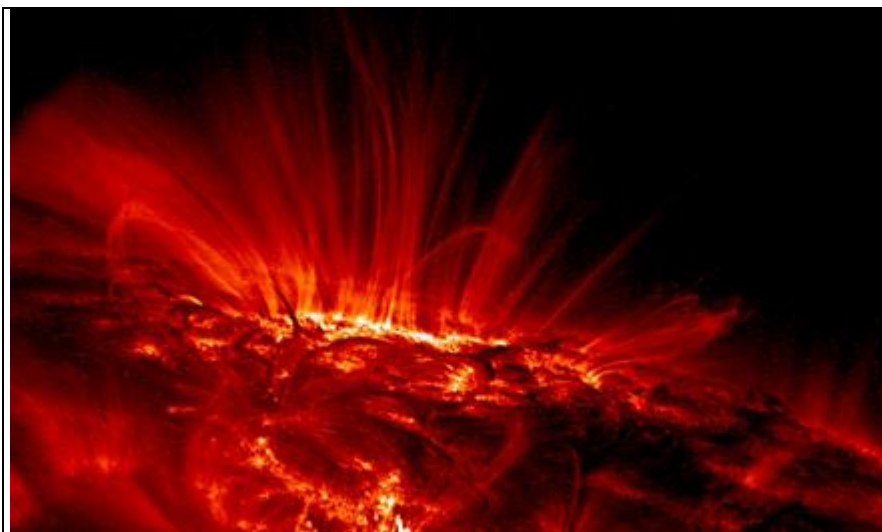


Billede 56. Over fotosfæren er den 2000 km tykke Kromosfære. Indtil 1500 km over fotosfæren falder temperaturen til omkring 4200 ° C, så at denne del ser rødlig ud i et teleskop. Men ved 1500 km stiger temperaturen i Kromosfæren til omkring 10.000 ° C. 2000 km over fotosfæren slutter Kromosfæren. I det smalle Transisjonslag stiger temperaturen til omkring en million ° C. Koronaens plasma (derover) er utrolig tynd med meget varm: 1-3 millioner grader. Derfor observerer man den med korte bølgelængder. Kilde: www.sarepta.org

Kilde: De ydre lag, hentet 11.2015,

<http://www.sarepta.org/objekt.php?aid=62&bid=66&oid=1028&s=>

Denne kolossale opvarmning har længe været en gåde for forskerne. Nu er norske forskere med i et forsøg på at løse gåden ved hjælp af Satellitten IRIS, der er opsendt i 2013. IRIS tager UV billeder og spektre af solens Kromosfære. Disse billeder har en hidtil uset god opløsning. Se et eksempel herunder:



Billede 57. Satellitten IRIS tager billeder af området over Fotosfæren med en imponerende god opløsning. Dette kan måske bidrage til at løse gåden om hvordan energi og plasma kommer op i Koronaen og ud i solvinden

Kilde:

<http://iris.gsfc.nasa.gov/index.html>

Kilde: Nye øjne med IRIS, 2015, <http://www.mn.uio.no/astro/forskning/aktuelt/aktuelle-saker/astronytt/2013/iris-science.html>

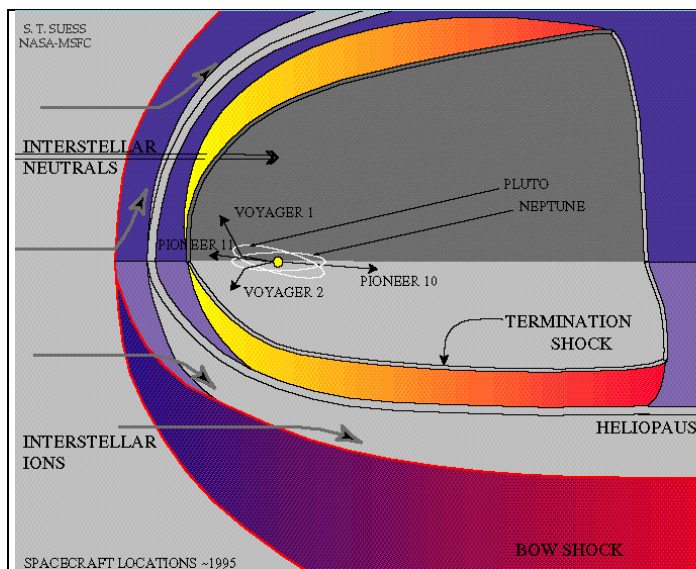
Solvinden

Solens Korona udsender hele tiden en "langsom" solvind med en hastighed på ca. 400 km/s - langsomt er det jo ikke, for med den fart kan man flyve lige så langt som Jordens diameter på 30 sekunder. Desuden udsender Solen en hurtig solvind med op til 750 km/s. Dertil kommer solstormene, hvor plasma skydes ud med endnu større hastigheder.

Kilde: Solvinden, hentet 11.2015, <http://www.sarepta.org/objekt.php?aid=62&bid=150&oid=1130&s=>

Kilde: Alexander Biebricher, 18.08.2014, <http://www.naturfag.no/artikkel/vis.html?tid=2085535>

Fjernt fra Jorden møder solvinden en materialestrøm fra de andre stjerner. Den boble, hvor solvinden dominerer, kaldes Heliosfæren. Stjernevindende fra de andre stjerner møder Solvinden og giver Heliosfæren en lang hale.



Billede 58. Heliosfæren er en kæmpe "boble" omkring solsystemet, hvor solvinden dominerer.

Udenfor Heliosfæren dominerer partikler fra andre stjerner. De neutrale partikler fra andre stjerner kan komme ind i Heliosfæren, mens de elektrisk ladede bøjes af og giver Heliosfæren en lang hale.

Heliopausen er i den afstand, hvor solvinden og de interstellare ioner udligner hinanden.

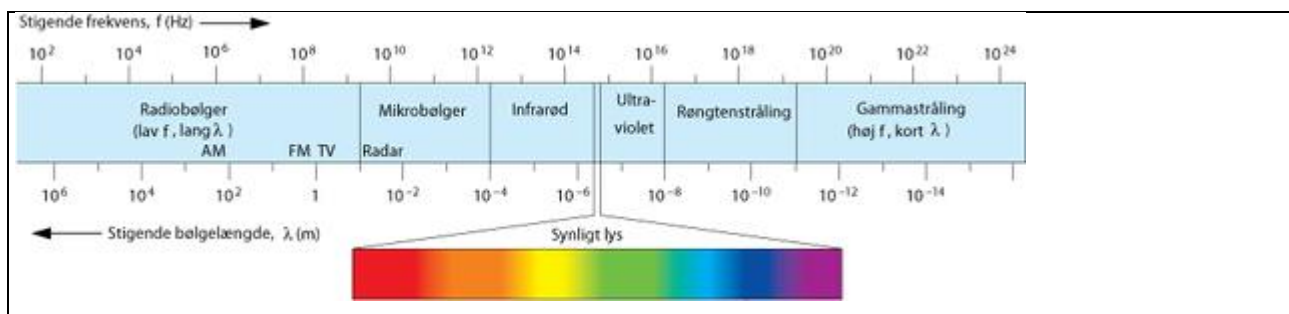
Udenfor strømmer en bovbølge, hvor ionerne fra andre stjerner giver Heliosfæren en lang hale i deres retning. Indenfor Heliopausen bremses solvinden til underlydshastighed i

Tværfagligt undervisningsprojekt om nordlys for 9. klasse

	Solens chockfront -Termination Chock. Tegning fra NASA http://solarscience.msfc.nasa.gov/images/heliosph.gif
--	--

Kilde: NASA, The Heliosphere,11.08.2014, <http://solarscience.msfc.nasa.gov/Heliosphere.shtml>

Heliosfæren, hentet 11.2015 , <http://www.sarepta.org/objekt.php?aid=62&bid=150&oid=1132&s=>



Billede 59. Du spørger måske om, hvad et spektrometer er. Det er et instrument i teleskopet, som adskiller lysets farver. Det er som en regnbue, hvor Solens lys er blevet opdelt i sine farver ved at gå gennem en vanddråbe. I spektrometeret skilles farverne af et optisk gitter. Der kan måles synlige farver og usynlige bølgelængder som fx varmemstråler, ultraviolet, røntgen og gammastråler. I spektret kan måles mørke linjer for de farver, som solens øvre lag har absorberet. Dette kan fx fortælle om, hvilke stoffer der er på Solen, magnetfeltet, temperaturen og hastigheden.

Kilde:<http://fysikleksikon.nbi.ku.dk/s/spektre/> Mette Friis.

Eleverne studerer Solen.

I mit projekt om nordlys går mine elever ind på hjemmesiderne for to satellitter der tager billeder af Solen.

Tværfagligt undervisningsprojekt om nordlys for 9. klasse

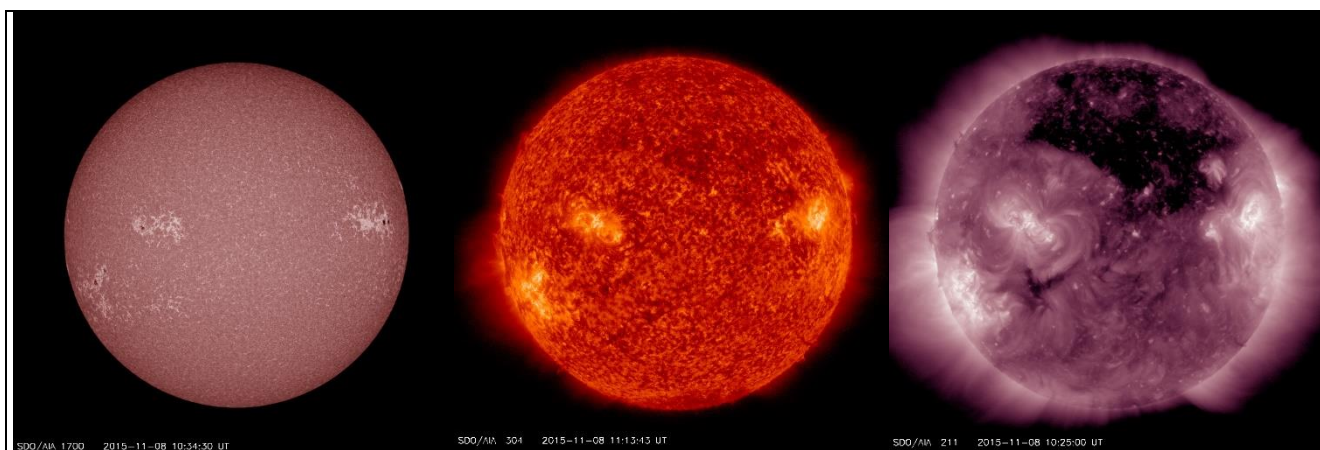
Satellitten SDO, Solar Dynamic Observatory kredser omkring Jorden i ca. 36.000 km's højde i en geostationær bane. Den står altid over samme punkt på Jorden.

SDO har en god udsigt til Solen, undtagen 2-3 uger hvert år, hvor den befinder sig i Jordens skygge.

SDO blev opsendt den 11. februar 2010. Den har moderne instrumenter, så man kan lave fantastiske film med dens billeder.

Man får billeder ved at åbne: <http://sdo.gsfc.nasa.gov/> og vælge "Data" i øverste linje og derefter "The Sun "Now". Man kan downloade videoer ved at vælge "Data" og "AIA/HMI Browse data"

Her er mine fotos fra søndag den 8.11.2015: Billede 60, 61 og 62:



<p>Billede 60 Ved 1700 Å ses solpletter i Solens Fotosfære. Den valgte bølgelængde er egnet til at se plasma med forholdsvis lave temperaturer som her. Solpletterne er kommet med på billedet.</p>	<p>Billede 61 viser den varmere øvre Kromosfære og Transition Region, der er over Fotosfæren. Der er valgt en kortere bølgelængde end før -304 Å, for at se den varmere plasma. Læg mærke til aktiviteten i områderne over solpletterne.</p>	<p>Billede 62 er optaget med lys på kun 211 Å. Dette lys er mere energirigt. Det må komme fra meget varmere plasma. Derfor ser man Solens varme Korona, der er over en million grader C. Læg mærke til buerne over solpletterne.</p>
---	--	--

Det imponerende store **hul i Koronaen** på billede 62 hænger sammen med en solstorm. Onsdag den 4. november nåede solstormen frem til Jorden. Det medførte så store magnetiske forstyrrelser, at to svenske flyradarer blev slået ud et stykke tid, så at flere fly måtte vente med at lette.

Se her: vg.nyheter, 4.11.2015, <http://www.vg.no/nyheter/utenriks/luftfart/solstorm-slo-ut-flyradarer-i-sverige/a/23555203/>

Tværfagligt undervisningsprojekt om nordlys for 9. klasse

Den største solstorm, man kender til er **Carrington solstormen** fra 1859. Da brød telegraf-nettet sammen, og man så nordlys i Sydeuropa. Aviser fra det år fortæller, at lyset var så stærkt, at nogen troede, at der var gået ild i deres by. Minearbejdere i Rocky Mountains vågnede om natten og så et så kraftigt nordlys, at de troede det var morgen og begyndte at spise morgenmad!

Men nye undersøgelser tyder på, at der har været **5 gange kraftigere solstorme i årene 774 og 993**. Japanske forskere har målt et usædvanligt højt indhold af kulstof 14 i årringe fra de to år i meget gamle cedertræer. Kulstof 14 dannes højt oppe i atmosfæren på grund af stråling.

Iskerne-forskere har derefter undersøgt iskerne-boringer fra Grønland og Antarktis. De fandt, at der de to nævnte år var usædvanligt meget af isotoperne beryllium 10 og klor 36. Når isotoperne ramte både Grønland og Antarktis, tyder det på, at årsagen er enorme solstorme.

Hvis Solforskere i dag observerer en så voldsom solstorm, gælder det om at beskytte astronauter, satellitter og elektronik på Jorden, inden solstormen når frem til Jorden.

Kilde: Lise Brix, 29.10.2015, <http://videnskab.dk/miljo-naturvidenskab/solstorme-soludbrud-korona-carringtonstormen-voldsommere-end-hidtil-antaget>

Satellitten SOHO, Solar and Heliospheric Observatory befinder sig i et kredsløb om Lagrangepunkt 1 - L1, hvor tyngdekraften fra Solen og Jorden samt centrifugalkraften afbalancerer hinanden .

Eleverne kan åbne "Data Archive" her:

http://sohodata.nascom.nasa.gov/cgi-bin/data_query

Tværfagligt undervisningsprojekt om nordlys for 9. klasse

 <p>2002/01/04 09:54</p>	<p>Billede 63</p> <p>http://www.sarepta.org/db_bilder/020712_080824_2.gif</p> <p>Billedet er taget med en koronograf: En rund skive dækker for Solen. Billedet viser en solstorm på vej væk fra Solen den 4.01.2002 kl. 9.54</p> <p>Eleverne kan lede efter andre solstorme i SOHO's arkiver. De kan også finde billeder i de bølgelængder, de ønsker at undersøge. På den måde kan de også her se forskellige lag af Solen</p>
---	--

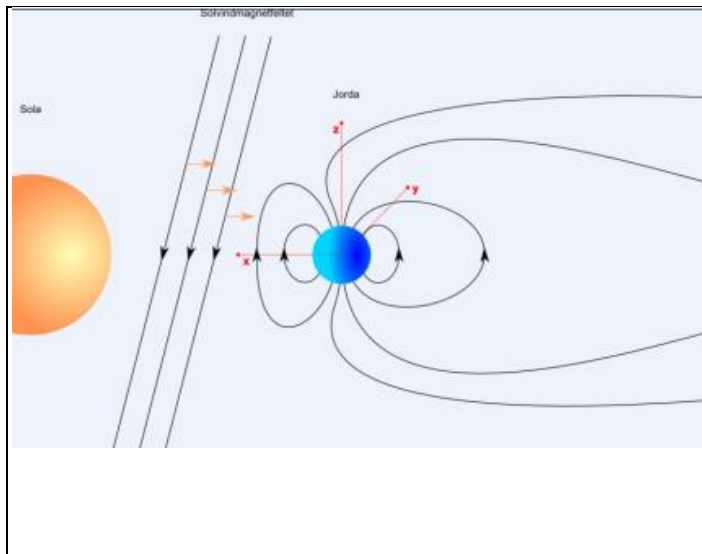
Magnetisk rekombination, Magnetic reconnection

Vi så, at forvredne og modsatte magnetiske feltlinjer ved en Solplet kan udløse en Flare med røntgenstråling og ofte en solstorm af plasma, der sendes mod Jorden. Udbruddet skyldes at modsatrettede felter ”rekombinerer”, omdannes til en voldsom energiudladning.

Når solvinden senere rammer Jordens magnetfelt, kan der ske en ny rekombination, hvis Solvindens felt og Jordens felt er modsat rettede. Der kan komme en energi-udladning, som sender ladede partikler ned mod Jorden og skaber dag-nordlys. Men det meste af solvinden ledes uden om Jorden og kan derefter kolliderer på natsiden, hvor der så sker en ny rekombination, som sender ladede partikler ned mod Jorden i en oval omkring Jordens magnetiske poler. Derved kommer nat-nordlys.

Denne animation fra NASA viser det tydeligt: NASA, Magnetic Recinnection, 1.2.2011, https://www.youtube.com/watch?v=i_x3s8ODaKg

Tværfagligt undervisningsprojekt om nordlys for 9. klasse



Billede 64. Tegning af solvindens- og Jordens magnetfelt. Kilde:

sarepta.org

Jordens magnetfelt er rettet mod nord. Når solvindens magnetfelt er modsat rettet er der mulighed for nordlys.

Det er fordi modsat rettede felter kan rekombinere og udsende ladede partikler.

•

Kilde: NASA, Karen C. Fox, 10.12.14, <http://www.nasa.gov/content/goddard/science-of-magnetic-reconnection>

Se også Space Rip, Extreme Solar

Flares, 14.08.2011, <https://www.youtube.com/watch?v=nmDZhQAIeXM> 2,52 min

Eleverne downloader data om solvinden fra ACE-satellitten.

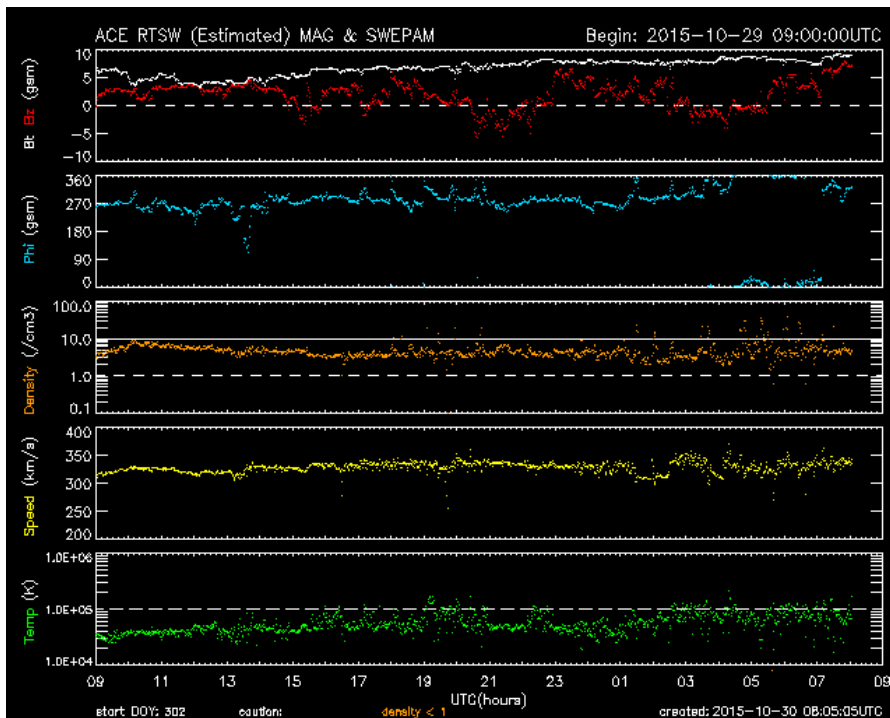
Satellitten hedder ACE - Advanced Composition Explorer. Den kredser i en bane omkring Lagrangepunkt 1, der ligger 1,5 millioner km fra Jorden i retningen mod Solen. Partikler i solvinden passerer ACE ca. en time før, de når frem til Jordens magnetfelt. Men vi får signalerne med lysets hastighed, så at vi får en times varsel.

Den 29. oktober 2015 stod mine venner og jeg på Andøya i Norge og håbede på at se nordlys den aften. Vejrudsigten viste klart vejr. Men hvordan var rumvejret. Det undersøgte vi ved at åbne denne side:

<http://www.swpc.noaa.gov/products/ace-real-time-solar-wind>

På den måde fik vi kurver for bl.a. solvindens magnetfelt ved ACE i det sidste døgn. Du kan gøre det sammen. Næste morgen downloadede vi dette billede fra ACE:

Tværfagligt undervisningsprojekt om nordlys for 9. klasse



Billede 65 om målinger fra ACE den 29./30. oktober 2015

Første kurve viser magnetfeltet i solvinden. Det er meget enkelt at aflæse. Det er godt at vide følgende om kurverne først:

Magnetfeltet vises i et koordinatsystem, der hedde Geocentric Solar Magnetospheric. Centrum er midten af Jorden. X-aksen peger mod Solen, y-aksen er vinkelret derpå i planeternes plan. Z-aksen peger mod nord vinkelret på de to andre akser.

Magnetfeltet i z-aksen – Bz er tegnet som en rød kurve. Den hvide kurve er det samlede magnetfelt. Vi ser, at Bz om aftenen den 29. oktober slog ned i minus flere gange. Jordens felt vender mod nord. Når Bz er negativ, vender solvindens felt modsat Jorden. Det kan medføre energiudladninger og nordlys, som vi så før.

De sidste tre kurver er vigtige: density, speed og temperatur.

Det er en betingelse for nordlys at densiteten eller stoftætheden er over 1 partikel pr. kubikcentimeter. Jo højere des bedre.

Speed eller farten af solvinden viser hvornår Jorden påvirkes. Her aflæses ca. 340 km/s for aftenen den 29.10.15. Da er det enkelt at måle rejsetiden:

$$1.500.000 \text{ km} / 340 \text{ km/s} = 4.412 \text{ sek.} = 73 \text{ minutter.}$$

Tværfagligt undervisningsprojekt om nordlys for 9. klasse

Tidspunktet på ACE angives i UT eller London tid. I Norge er klokken en time mere. Dertil skal vi så lægge rejsetiden for solvinden på omkring en time. Vi gik ud og spejdede. Nordlyset kom til tiden.



Billede 66, CSA

Vi så store øst-vest vendte grønne ”gardiner” komme hen over os fra nord.

Vi satte vores kameraer på stativ. Jeg tog mange billeder med 1600 ISO og 30 sek. åbningstid.

Det var en helt fantastisk oplevelse. Senere på aftenen så vi også røde og violette farver.

Høje værdier og hurtige forandringer i de tre nederste kurver: density, speed og temperatur viser gode chancer for nordlys. I Nordnorge kan nordlyset godt komme selvom energien ikke er så høj. Længere sydpå kan man opleve nordlys når solvinden har meget energi. Men en betingelse er det, at solvindens magnetfelt har en komponent i modsat retning af Jordens felt – dvs. at solvindens Bz slår om i negativ retning. Det er enkelt at aflæse.

Space Weather:

<http://www.swpc.noaa.gov/products/wsa-enlil-solar-wind-prediction>

Der kan man se optagelser af solvinden fra Stereo satellitterne. På kurver og animationer kan man se udsigten for rumvejret, space weather.

Se også: www.rumvejr.dk

Se også Tycho Brahe Planetariet: <http://planetariet.dk/astronomi-rumfart/himlen-netop-nu/solen/aktuelle-billeder>

Kilde: ACE måler solvinden, hentet 11.2015,

<http://www.sarepta.org/objekt.php?aid=62&bid=29&oid=2183&s=>

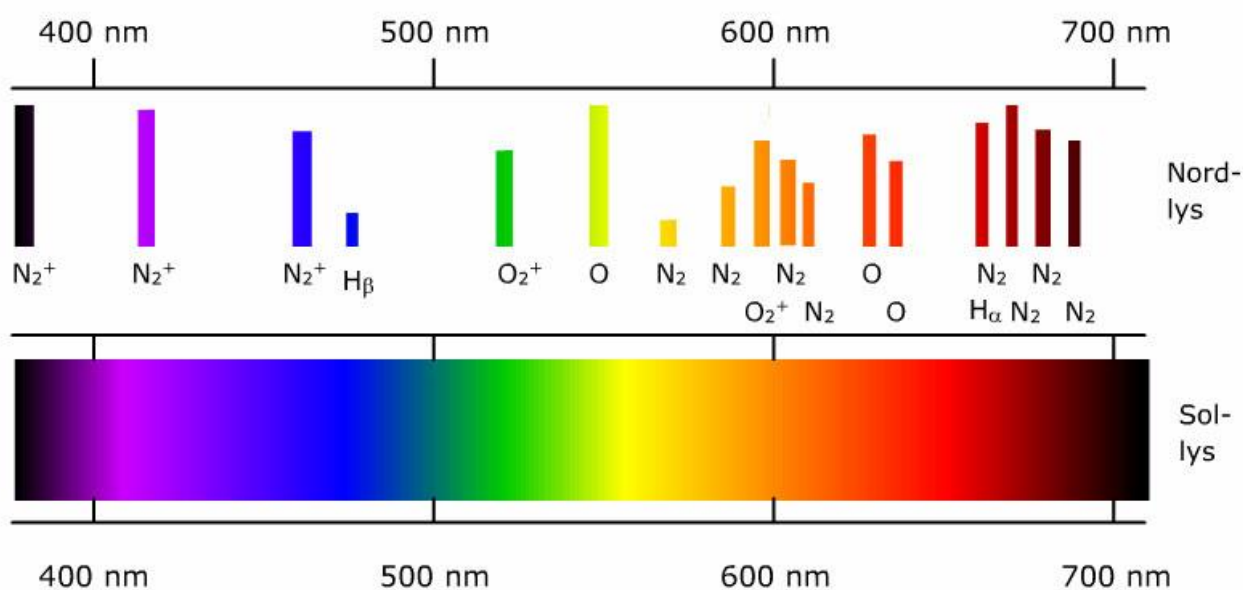
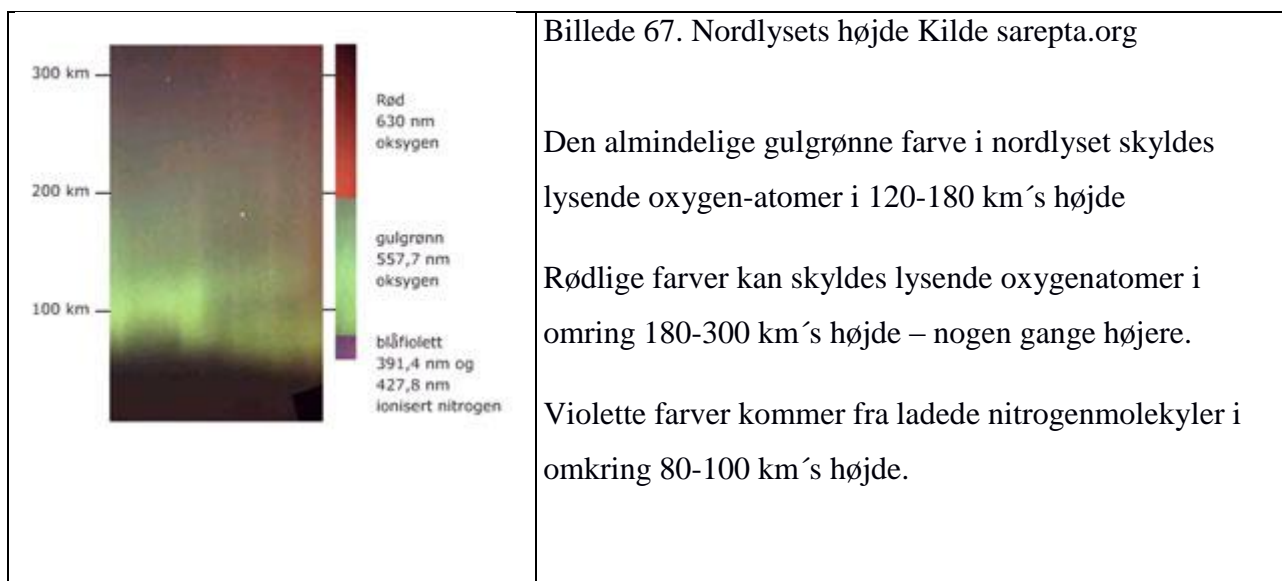
Kilde: Alexander Biebricher, 18.08.2011., <http://www.naturfag.no/artikkel/vis.html?tid=2085535>

Farverne i nordlyset

Tværfagligt undervisningsprojekt om nordlys for 9. klasse

Nordlyset dannes ladede partikler rammer atomer i jordens øverste atmosfære Ionosfæren.

Elektroner bliver skubbet bort fra den fra deres indre bane. Atomet bliver eksiteret. Kort efter springer elektronen tilbage, så at atomet igen kommer i grundtilstanden. Derved afleveres en pakke energi som lys. Hvis pakken har stor energi vil farven være i den violette ende af skalaen. Mindre energipakker giver grønne og røde farver. Nogle bølgelænder er får lange eller korte til at kunne ses af menneskeøjjet. Læs om Bohrs atommodel her: <http://fysikleksikon.nbi.ku.dk/b/bohrmodel/>



Billede 68. Her ses hvilke atomer, der giver hvilke farver i nordlyset. Kilde: Sarepta.org

Tværfagligt undervisningsprojekt om nordlys for 9. klasse

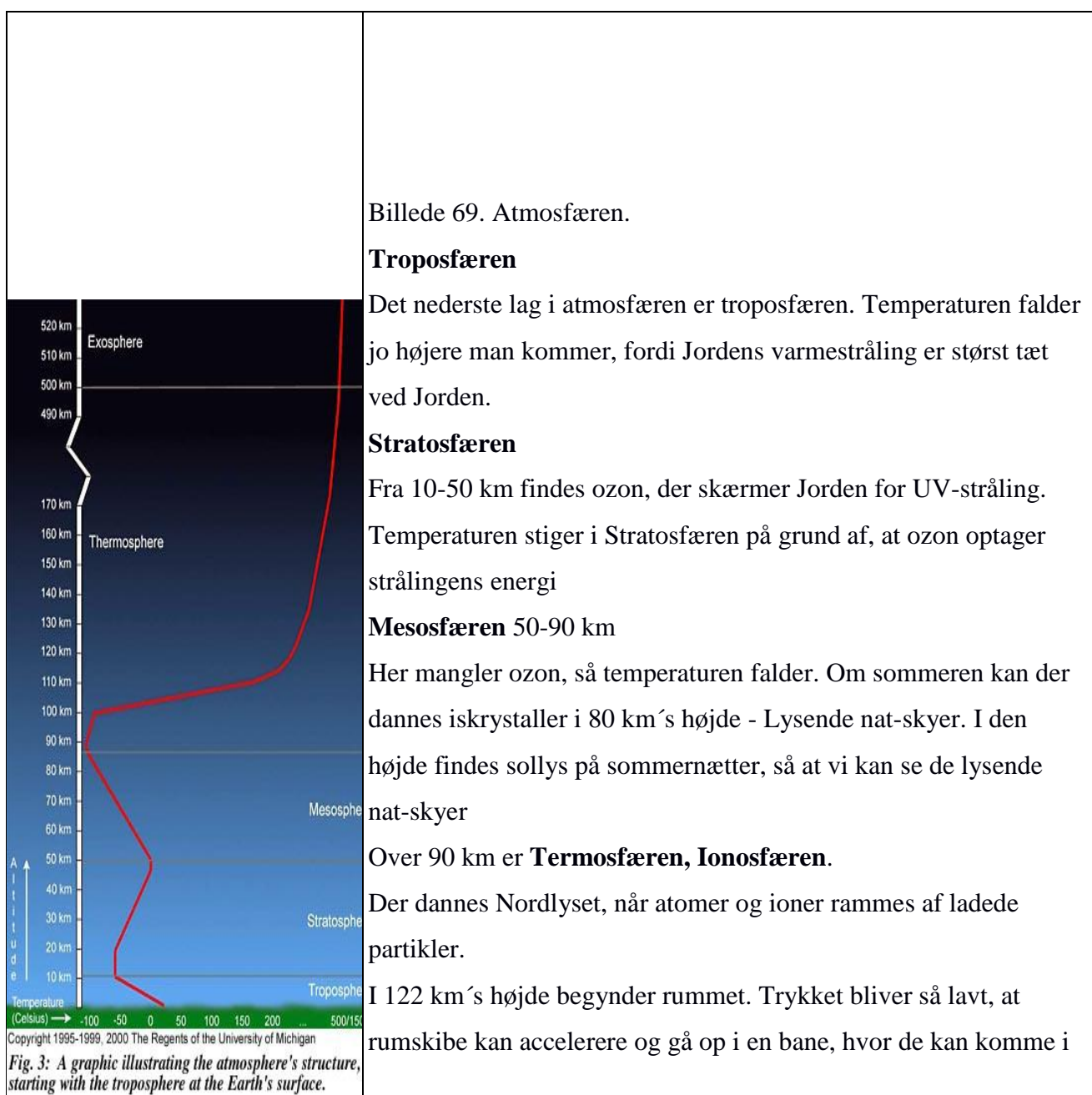
Kilde: Jordas atmosfære, nordlysfarger og former, hentet 11.2015,

<http://www.sarepta.org/objekt.php?aid=62&bid=29&oid=632&s>

Meget mere om Bohrs Atommodel findes på <http://fysik-kemi.dk/kbhsj/>, under *Atomets historie*:

Se fx denne video om emission og absorption: <https://vimeo.com/87714795>

Til sidst tager turen igennem atmosfæren tilbage til Jorden:



Tværfagligt undervisningsprojekt om nordlys for 9. klasse

	kredsløb. Kilde: http://www.nasa.gov/centers/langley/news/factsheets/DIAL_prt.htm Kilde: sarepta.org
--	---

Vi skal også rette fokus mod Jordens flydende jernkerne, hvor forskerne mener, at Jordens magnetfelt dannes. Materialer nær fastlandssoklen i fx Atlanterhavet viser, at Jorden magnetiske poler har byttet plads mange gange i Jordens geologiske historie. Vi ved at Jorden magnetiske Sydpol flytter sig lidt hvert år. Jordens magnetfelt er meget kompliceret og ikke helt forstået af forskerne endnu. Forskerne mener, at Jordens magnetfelt beskytter vores atmosfære, således at den ikke udtynnes af solvinden, som det er sket på Mars. Men der er uløste gåder. Det kan have stor betydning for os at løse disse gåder. **Vi kan ikke rejse til Jordens indre for at løse dem. I stedet kan vi sætte satellitter i kredsløb.**

Således har Danmark bidraget med **Ørstedssatellitten**, der har målt Jordens magnetfelt fra et kredsløb. Norske forskere er med i arbejdet med de **4 Cluster satellitter**, der flyver i formation og således kan tage samtidige målinger fra forskellige positioner. På den måde har forskerne fx været med til at kortlægge **mikroturbulens** i magnetfeltet, der har betydning for dannelse af nordlys.

Kilder: Fra "makro" til "mikro" – virvler observeret av Cluster, hentet 11.2015,
<http://www.sarepta.org/objekt.php?aid=62&bid=186&oid=1836&s=>

Norsk forskning på Cluster, hentet 11.2015,
<http://www.sarepta.org/objekt.php?aid=62&bid=186&oid=1270&s=>

Cluster-satellittene overvåker solvinden, hentet 11.2015,
<http://www.sarepta.org/objekt.php?aid=62&bid=186&oid=1267&s=>

Andøya Space Center

Jeg har været på Kurset Under Polarhimlen i uge 44 2015 på Andøya Spacecenter. Fra dette sted har man i 50 år sendt raketter op i nordlyset for at måle det. Forskerne der på Alomar undersøger også atmosfæren med LASER.

Se mere her: <http://andoyaspace.no/>

Tværfagligt undervisningsprojekt om nordlys for 9. klasse

I denne artikel har jeg forsøgt at fortælle lidt om det, jeg har lært på kurset Under Polarhimlen. De opgaver mine lærere på kurset har stillet, har været en gave for mig. Ved at løse opgaverne har jeg blevet forundret over de spørgsmål, som forskerne arbejder med. For mig er Solsystemet blevet mere forunderlig, end jeg før så.

I dette projekt har jeg lavet opgaver til mine elever. Jeg håber, at de kan få udvidet deres horisont ved at løse dem. Hvis jeg kan skabe rammer for, at mine elever formidler deres viden til yngre elever, vil det glæde mig meget.

Til mine lærerkolleger vil jeg sige: Her kan I læse om kurserne i 2016 og finde et tilbud der passer til jer: <http://esero.no/laererkurs/videreutdanningskurs-i-2016/>

På følgende link kan man se billeder fra kurset Under Polarhimlen 2015:

<https://www.flickr.com/photos/naromasc>

God fornøjelse, Carsten Skovgård Andersen, december 2015