

Undervisningsopplegg: GNSS

Kompetansemål

Etter 10. trinn

Naturfag

- gi eksempler på dagsaktuell forskning og drøfte hvordan ny kunnskap genereres gjennom samarbeid og kritisk tilnærming til eksisterende kunnskap (ny læreplan)
- utforske, forstå og lage teknologiske systemer som består av en sender og en mottaker (ny læreplan)

Matematikk

- sammenlikne og regne om mellom hele tall, desimaltall, brøker, prosent, promille og tall på standardform, uttrykke slike tall på varierte måter og vurdere i hvilke situasjoner ulike representasjoner er formålstjenlige (gjeldende læreplan)
- lage, løse og forklare likningssett knytte til praktiske situasjoner (ny læreplan)
- gjøre overslag over og beregne lengde, omkrets, vinkel, areal, overflate, volum, tid, fart og massetetthet og bruke og endre målestokk (gjeldende læreplan)

Etter vg1

Naturfag

- forklare hovedprinsippene for trådløs kommunikasjon og gi eksempler på hva slik teknologi brukes til (ny læreplan)
- utforske og beskrive elektromagnetisk og ioniserende stråling, og vurdere informasjon om stråling og helseeffekter av ulike strålingstyper (ny læreplan)

Matematikk

- vurdere, velge og bruke matematiske metoder og verktøy til å løse problemer fra ulike fag og samfunnsområder og reflektere over, vurdere og presentere løsningene på en formålstjenlig måte (gjeldende læreplan)
- omforme uttrykk og løse likninger, ulikheter og ligningssystem av første og andre grad og enkle ligninger med eksponential- og logaritmefunksjoner, både ved rekning og med digitale verktøy

Høytlesning: Lærer

Mobiltelefonen din bruker mange ulike metoder for å finne ut hvor den er. En metode er å se hvilke WiFi tilkoblingspunkt du er i nærheten av og beregne avstanden til disse basert på signalstyrken. Noen telefoner har også et innebygget barometer. Det er et redskap som kan målet lufttrykket og dermed si noe om hvor høyt du befinner deg over jordoverflaten. I dette undervisningsopplegget skal vi se på den viktigste metoden mobiltelefonene bruker, nemlig GPS. Vi skal lære om hvordan det fungerer, og hvorfor det ikke alltid fungerer like godt.

Skriv deg i gang

For å forstå hvordan GPS egentlig fungerer er det lurt å kunne litt om stråling. Når sola skinner på deg en deilig sommerdag sier vi at du blir truffet av solstråler, men en forsker vil nok si at ordet solstråle er litt for uspesifikt. Sola sender nemlig både ut partikler og forskjellige varianter av elektromagnetisk stråling.

Hva tenker du på når du hører ordet stråling? Skriv 3-4 setninger.



Video: elektromagnetisk stråling

I GPS-teknologi brukes det som kalles radiobølger eller radiostråling. Det er en variant av elektromagnetisk stråling. Hør professor Dave forklare mer om elektromagnetisk stråling i videoen under.

https://www.youtube.com/watch?v=pj_ya0e20vE

Norsk oversettelse:

Hei, det er professor Dave. La oss lære om lys.

Siden vi har kunnet sett opp på sola har vi vært klare over at det finnes lys. Siden mørket er en av veldig få ting vi instinktivt frykter har vi alltid tilegnet lys gudommelige egenskaper. Men frem til middelalderen hadde vi ingen anelse om hva lys egentlig var. Personer som Isaac Newton (1643–1727) og Christiaan Huygens (1629–1695) jobbet med lys på 1600-tallet, men en mer sofistikert beskrivelse av lys, elektromagnetisme, ble hovedsakelig utviklet av James Clerk Maxwell (1831–1879) på 1800-tallet. Denne teorien beskriver lys som en transversal bølge som består av oscillerende elektriske og magnetiske felter som står vinkelrett på hverandre og perpendikulært på retningen som bølgen beveger seg.

Du kan lære mer om disse feltene her:

Elektrisk felt: https://www.youtube.com/watch?v=VFbyDCG_j18

Magnetisk felt: <https://www.youtube.com/watch?v=IgtIdttfGVw&t=306s>

Akkurat som andre typer bølger har elektromagnetiske bølger amplitude, bølgelengde og frekvens. Men i stedet for at ulike frekvenser lager ulike toner, som i lydølger, vil ulike frekvenser av det elektromagnetiske spekteret gi ulike former for lys. Hvis lyset er synlig, vil ulike frekvenser tilsvare ulike farger. Elektromagnetiske bølger som har høyere frekvens enn

synlig lys er enten UV-stråling, røntgenstråling eller gammastråling. Hvis elektromagnetiske bølger har lavere frekvens enn synlig lys er enten infrarød stråling (varmestråling), mikrobølger eller radiobølger. En samlebetegnelse for alle disse fenomenene er elektromagnetisk stråling, og vi kan finne dem i det elektromagnetiske spekteret. Der kan vi se alle bølgelengdene og frekvensene fra radiobølger til gammastråling. I dag utnytter vi alle de forskjellige strålingstypene i forskjellige apparater. Selv om de fremstår som helt ulike, noen krever antenner eller annet utstyr for å kunne utnyttes, er alle strålingstypene fundamentalt det samme som det lyset du kan se med øynene dine. De har bare en annen bølgelengde.

All elektromagnetisk stråling beveger seg med lysets hastighet som er omtrent 300 000 000 m/s i vakuum. Dette er den høyeste mulige fartsgrensa i hele universet. Dette er raskt nok til å reise fra jorda til månen i løpet av et sekund. Og siden vi vet at alle bølger beveger seg i en hastighet som er lik bølgelengde ganger frekvens, må dette bli lik lysets hastighet for alle typer elektromagnetisk stråling.

Nøkkelsetning:

Elektromagnetisk stråling er energi som overføres i form av elektromagnetiske bølger.

Skriveoppgave

Hvis du klarer å svare på disse oppgavene har du lært mye om elektromagnetisk stråling. Prøv å svare skriftlig på papir eller digitalt. Det er lov å samarbeide 😊

Oppgave 1

Nevn noen likheter mellom synlig lys og radiobølger.

Oppgave 2

Nevn noen forskjeller mellom synlig lys og radiobølger.

Oppsummering i klassen

Hva svarte dere på de to oppgavene? Noter noen likheter og ulikheter mellom synlig lys og radiobølger på tavla.

Høytlesing: Lærer stråling og posisjon

Den viktigste metoden mobilene våre bruker for å finne ut av hvor de befinner seg er å bruke GPS systemet (Globale Positioning System). Det består av satellitter som går i bane rundt jorda, akkurat som månen, bare veldig mye nærmere. Satellittene sender hele tiden ut elektromagnetisk stråling i form av radiobølger, og mobiltelefonene våre har mottakere som kan motta denne strålingen og lese av viktig informasjon fra signalet. Videre bruker mobiltelefoner denne informasjonen for å finne ut hvor du er, eller posisjonen din, som det også kalles.

Diskusjonsoppgave: posisjon

Har du noen gang prøvd å forklare en posisjon til noen som ikke har vært akkurat der før?

Se for deg at det har begynt en ny elev i klassen. Den nye eleven står utenfor klasserommet, og du er i gymgarderoben. Dere skal snart ha gym, men den nye eleven vet ikke hvor

gymsalen er og ringer deg. Hvordan kan du forklare den nye eleven veien til gymsalen på en måte som gjør at hun eller han helt sikkert kommer til å finne frem? Prøv å lage en slik forklaring i grupper på 2-3 elever. Dere kan velge om dere vil skrive forklaringen ned eller gjøre det muntlig. Reis dere gjerne opp og gå en tur til gymsalen og tilbake for å kunne gjøre forklaringen så god som mulig.

Video: satellitter som utgangspunkt

Hvis du skal forklare noen veien til et sted de ikke har vært før, for eksempel hvis du skal forklare en ny elev veien til gymsalen, bruker du kanskje et klasserom som utgangspunkt for forklaringen. Det er lurt fordi den nye eleven allerede vet hvor klasserommet er. Du tar utgangspunkt i noe som er kjent. Når mobilen din skal finne ut hvor du er bruker den satellitter som utgangspunkt. Satellitter vet nemlig alltid hvor de er. De beveger seg rundt jorda i bestemte baner med bestemt fart. Så hvis vi vet hvor en satellitt var klokka 12.00 i går, kan man også regne ut hvor satellitten kommer til å være klokka 18.00 i morgen. Vi skal ikke gå inn på akkurat den utregningen her. Det viktigste er at posisjonen til satellitten er kjent, og mobilen vår kan ta utgangspunkt i posisjonen til en satellitt for å finne sin egen posisjon. Men, for å kunne gjøre det må den finne ut hvor langt det er fra en bestemt satellitt til telefonen, altså avstanden mellom telefonen og en satellitt.

Men vi mennesker er ganske dårlige på å måle avstand nøyaktig. Og som du sikkert skjønner er det ikke så veldig lett å måle avstanden til en satellitt som befinner seg flere tusen kilometere over oss. Så i stedet gjør vi noe som mennesker er skikkelig gode på, og det er å måle tid. Satellitter sender ut en form for elektromagnetisk stråling som kalles radiobølger. Signalet sendes ut i alle retninger, og mobiltelefonen din har en mottaker som kan motta og tolke dette signalet. Signalet som sendes ut fra satellittene har et slags tidsstempel. Så når mobilen vår mottar et radiosignal fra en satellitt kan den se hvor mye klokka til satellitten var da signalet ble sendt ut. Og siden telefonen din også inneholder en klokke, kan den merke seg tidspunktet når den mottar signalet. Dermed kan den regne ut hvor lang tid signalet har brukt på å reise fra satellitten og ned til mobiltelefonen. Men, vi ville jo ha avstanden mellom satellitten og telefonen, ikke tiden et signal bruker på å reise denne avstanden? Det er nå vitenskapsmagien slår til. Vi vet at signalet som satellitten sender ut består av radiobølger, og radiobølger er elektromagnetisk stråling akkurat som lys. Det betyr at de beveger seg like fort som lys. Vi sier at radiobølger beveger seg med lysfarten eller lysets hastighet, og den er omtrent 300 000 000 m/s. Nå vet vi altså hvor fort radiosignalet beveger seg når det reiser fra satellitten til mobiltelefonen vår, og vi vet hvor lang tid signalet beveger seg med denne farten før det når oss. Dette gjør at vi kan sette opp en ligning som vi kan bruke til å regne ut hvor langt det er fra satellitten til oss. Dermed vet vi både hvor satellitten er og hvor langt fra satellitten vi er. Da kan vi vel også finne posisjonen vår. Eller kan vi?

Regneoppgave: avstand til satellitt

Oppgave 1

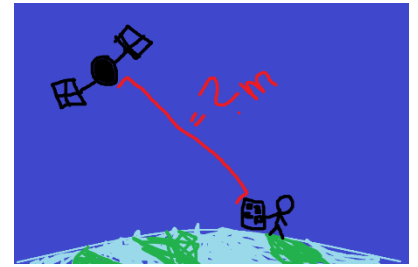
- Mobiltelefonen din har mottatt et radiobølgesignal fra en satellitt. Den kan se at signalet ble sendt ut fra satellitten klokka 13:37:20:20, der de to første sifrene viser timer, de neste viser minutter, deretter kommer sekunder og til slutt hundredels sekunder.

Mobiltelefonen din oppfatter signalet klokka 13:37:20:13

Hvor lang tid har signalet brukt på å bevege seg fra satellitten til mobiltelefonen din?

Fasitboks: 0,07 sekunder

- b) Bruk internett til å finne lysets hastighet i vakuum i meter per sekund med så mange gjeldende siffer som mulig. Bruk denne til å regne ut avstanden mellom satellitten og mobiltelefonen din. Oppgi avstanden i meter og i kilometer.



Hintboks:

Ligningen som må løses blir

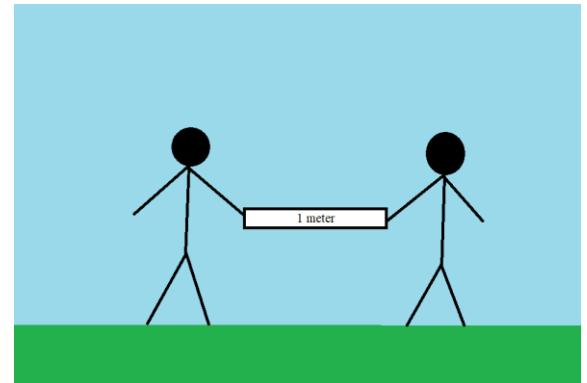
Fart x tid = avstand

Fasitboks: 20 985 472 m, 20 985,5 km

Praktisk klasseoppgave med diskusjon:

Finn frem et målebånd, en meterstokk, en tråd eller lignende på cirka 1 meter. Velg to elever som skal reise seg og holde fast i hver sin side av måleredskapet. Se for dere at den ene eleven er en satellitt som går i bane rundt jorda. For å gjøre det enkelt står denne eleven helt stille. Den andre eleven er en mobiltelefon som mottar signaler fra satellitten, og måleredskapet viser avstanden mellom satellitten og mobiltelefonen.

Diskuter i fellesskap, hvis dere vet hvor en satellitt er, og dere vet hvor langt det er mellom den satellitten og en mobiltelefon. Kan dere da vite nøyaktig hvor mobiltelefonen er? Hva slags informasjon mangler dere eventuelt?



Video: likninger og ukjente

Som dere kanskje har kommet frem til i klassen har mobiltelefonen vår fremdeles ikke nok informasjon til å kunne bestemme posisjonen sin. Den vet hvor langt den er fra satellitten, men med den informasjonen vet den jo bare at du kan være der, eller der eller kanskje der. Når vi vet avstanden mellom oss og en satellitt har vi fått vite ett tall, eller en størrelse. Størrelsen sier litt om posisjonen vår, så den hjelper oss på vei, men vi er ikke helt i mål.

Hvis vi skal bestemme en posisjon langs et målebånd og ikke bryr oss om posisjonen på tvers av målebåndet hadde vi bare trengt et tall, for eksempel 47 cm (viser på målebånd). Men det holder ikke hvis vi skal bestemme en posisjon på jorda. Her vil vi både vite hvor vi befinner oss mellom Nord og Sør, (viser på kart) og hvor langt vi befinner oss mellom Øst og Vest. Og hvis vi virkelig er nøye på det vil vi helst vite hvor høyt over havet vi er også.

For å beskrive en posisjon på jorda eller et annet sted i den fysiske verden trenger vi altså tre forskjellige tall. I geografien pleier vi å kalle disse tallene for lengdegrader, breddegrader og høyde. (Viser jordklode med lengde, bredde og høyde). I matematikk er vi litt senere. Der kaller vi de tre tallene bare for x, y og z. Og når vi oppgir posisjoner samler vi gjerne alle tallene til en liten liste slik som dette (x, y, z). Når vi trenger flere tall for å beskrive en størrelse som for eksempel posisjon på denne måten sier vi at vi har en vektorstørrelse. Det kan dere lære mer om hvis dere for eksempel velger fysikk 1 på videregående.

Men tilbake til mobiltelefonen vår. Vi har sett at hvis en telefon mottar elektromagnetiske signaler fra en satellitt får den en ligning som gjør at den kan regne ut hvor langt den er fra satellitten. Men dette gav oss bare et tall, og vi trenger tre tall for å kunne bestemme posisjonen vår nøyaktig. Kan du tenke deg hvordan mobiltelefonen får tak i de andre tallene?

Tenkemusikk ...

Skjønte du det? Én satellitt gir oss altså én ligning som gjør at vi finner det ene tallet. Men hvis en mobiltelefon mottar signaler fra tre satellitter samtidig får vi altså tre ligninger og kan finne tre tall.

Hvis mobiltelefonen vår vet hvor langt den er fra den satellitten, og den satellitten og den satellitten, så er det jo bare et sted den kan være. Og det er i krysningspunktet mellom alle sammen. En mobiltelefon finner dette krysningspunktet ved å løse ligningssettet som består av de tre ligningene den får når den vår snakker med tre satellitter samtidig.

Nøkkelsetning:

En vektor er en størrelse som både har lengde og retning

Nøkkelsetning

Vi må alltid ha like mange ligninger som ukjente for å kunne løse et ligningssett

Regneoppgaver: Løs et ligningssett

Oppgave 1: to likningssett

Løs likningssettet for x og y

$$x+2y+5 = 89$$

$$x+y = 63$$

Fasitboks: $x=42, y=21$

Oppgave 2: to ligningssett

$$2x+y = 4$$

$$4x+3y = 11$$

Fasitboks: $x = \frac{1}{2}, y = 3$

Oppgave 3: tre ligningssett (Frivillig utfordring)

$$-2x+y+z=1$$

$$X+2y-z+6=6$$

$$X+y-z=-1$$

Fasitboks: $x=2, y=1, z=4$

Diskusjonsoppgave: nøyaktig posisjon

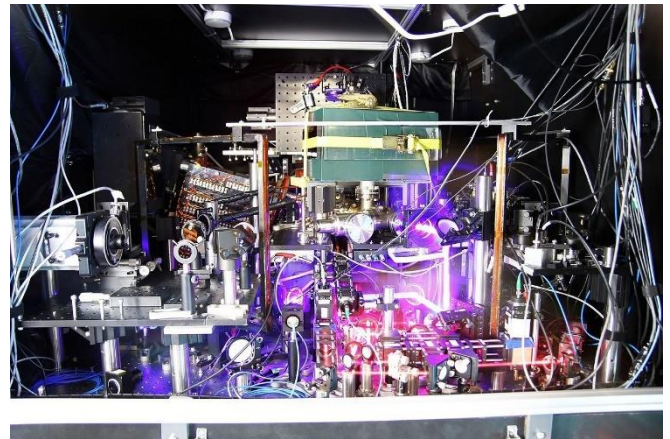
Hurra! Nå har vi løst problemet. Vi har sett at vi kan finne avstanden til en satellitt ved å måle tiden det tar for radiobølgene å bevege seg fra satellitten til mobiltelefonen, og vi har sett at vi kan finne både x, y og z-koordinatene for posisjonen vår hvis vi gjør dette med tre satellitter. Likevel har du sikkert opplevd at Google Maps eller andre kart-apper forteller deg at du skal svinge litt for tidlig eller litt for sent. Kan dere tenke dere noen mulige årsaker til at det ikke alltid er like lett å bestemme nøyaktig posisjon ved hjelp av satellitter? Diskuter i grupper



Leseoppgave: Tidsforskjell

En av grunnene til at vi kan oppleve unøyaktigheter når vi bruker posisjonstjenester i hverdagen er at mobilene eller smartklokkene våre ikke oppdaterer posisjonen kontinuerlig, men med opptil noen få sekunders mellomrom. Derfor kan apparatene våre vise unøyaktig posisjon når vi er i bevegelse. Innen industrier som er svært avhengig av nøyaktig posisjon brukes apparater som oppdaterer posisjonen veldig ofte, men også disse kan vise unøyaktig posisjon.

Mennesker er mye flinkere til å måle tid nøyaktig enn til å måle avstand. Det betyr likevel ikke at vi klarer å måle tid med 100 % nøyaktighet til den minste tenkelige brøkdel av et sekund. I satellitter brukes atomære klokker som har veldig høy nøyaktighet. Klokka i mobiltelefonen din er ikke fullt så nøyaktig. Hvis vi skulle ha beregnet tiden som radiobølgene bruker på å bevege seg fra en satellitt til telefonen din helt nøyaktig måtte også klokka i satellitten og klokka i telefonen gå nøyaktig likt. Siden dette ikke er mulig, vil det oppstå en tidsforskjell eller en tidsfeil. Heldigvis kan problemet løses hvis vi kan finne ut hvor stor denne tidsfeilen er.



Figur 1 Strontium basert atomklokke ved universitetet i Colorado

Nå har vi altså fått fire ukjente. Vi må finne ut x, y og z- koordinatene til posisjonen vår, og vi må finne denne tidsforskjellen for at posisjonen skal bli helt nøyaktig. Da er det bare én ting å gjøre. Vi må skaffe en fjerde ligning! Dette får vi til ved å la mobiltelefonen vår snakke med fire satellitter på én gang. Derfor er ikke tidsforskjellen en stor utfordring når det kommer til navigasjon, men vi har en annen utfordring. Husker du at grunnen til at vi kunne finne avstanden til satellitten var at vi vet hvor fort radiobølgene beveger seg? Vi vet jo at radiobølger er en form for elektromagnetisk stråling akkurat som lys. Dermed vet vi også at radiobølger beveger seg med lyshastigheten i vakuum. Problemet er bare at det ikke er vakuum mellom deg og satellitten.

Oppsummering i par

Svar muntlig på disse spørsmålene i grupper på 2-3 personer

Oppgave 1

Hva menes med tidsfeil eller tidsforskjell når vi snakker om GPS?

Oppgave 2

Hvordan løser mobilen din problemet med tidsfeil når den skal bestemme posisjonen din?

Høyttlesning: Læreren eller en elev leser høyt for klassen

Når en satellitt sender radiobølger ned til mobiltelefonen din må radiobølgene bevege seg gjennom luft. Men det er ikke noe stort problem. Selv om elektromagnetisk stråling beveger seg bittelitt saktere i luft enn i vakuum er forskjellen ubetydelig i denne sammenhengen. Vi kan likevel ikke puste lettet ut helt enda. I 1925 viste det seg nemlig at det var mer mellom himmel og jord enn man tidligere hadde trodd.

Video: ionosfæren

Mennesker begynte å studere radiobølger på slutten av 1800-tallet. Hvem som egentlig fant opp det første radioapparatet er det uenigheter rundt, men man lærte seg altså å sende ut radiobølger fra et apparat og motta signalet på et annet sted med et annet apparat.

Det var spennende at man kunne sende elektromagnetisk stråling i form av radiobølger fra et sted til et annet, men det var kanskje ikke så veldig overraskende. Man hadde jo allerede sett at det er mulig å sende lys fra en lyspære eller et stearinlys til øyet vårt på den andre siden av et rom.

Det rare skjedde i 1901. Da demonstrerte den italienske fysikeren Guglielmo Marconi at det var mulig å sende radiosignaler hele veien over Atlanterhavet fra Cornwall i England til Newfoundland i Canada. Men hvordan kunne dette være mulig?

Vi vet jo at lys beveger seg i rette linjer. Siden jorda er rund vil ikke distansen fra England til Canada være rett, men en krum linje. Det betyr at radiobølgene enten må ha beveget seg i en krum linje, noe som stred med det man allerede visste om lys, eller så måtte det være noe i lufta som reflekterte radiobølgene ned igjen. Etter flere eksperimenter ble det bekreftet at det var det siste alternativet som var riktig.

I 1924 beviste den britiske fysikeren Edward Victor Appleton at det finnes et tynt lag med elektrisk ladede atomer og elektroner i atmosfæren. Et annet ord for elektrisk ladede atomer er ioner. Derfor kalles dette laget ionosfæren. Ionosfæren strekker seg fra omtrent 60 km over bakken til over 500 km over bakken. Det høres kanskje ikke ut som et veldig tynt sjikt når vi snakker om flere hundre kilometer, men sammenlignet med avstanden til satellitter på flere tusen kilometer blir det likevel ganske tynt.

Radiosignalene som ble sendt fra England gikk altså opp til ionosfæren, og noen ble reflektert ned i Canada. Men hva har ionosfæren med satellitter å gjøre?

Når satellitter sender ut radiobølger til jorda må de bevege seg gjennom ionosfæren før de kan bli mottatt av mobiltelefonene våre. Akkurat som i Marconis demonstrasjon vil noe av signalet reflekteres av ionosfæren, men det er også noe som vil bevege seg gjennom ionosfæren og ned til oss.

Elektromagnetisk stråling bruker lengre tid på å bevege seg gjennom ionosfæren enn gjennom vanlig luft, men nok en gang har vitenskapen en løsning på problemet. Hvis vi vet hvor tett ionosfæren er kan vi beregne hvor fort radiobølgene beveger seg gjennom ionosfæren. Og hvis vi vet hvor bred ionosfæren er vet vi også hvor stor del av veien radiobølgene beveger

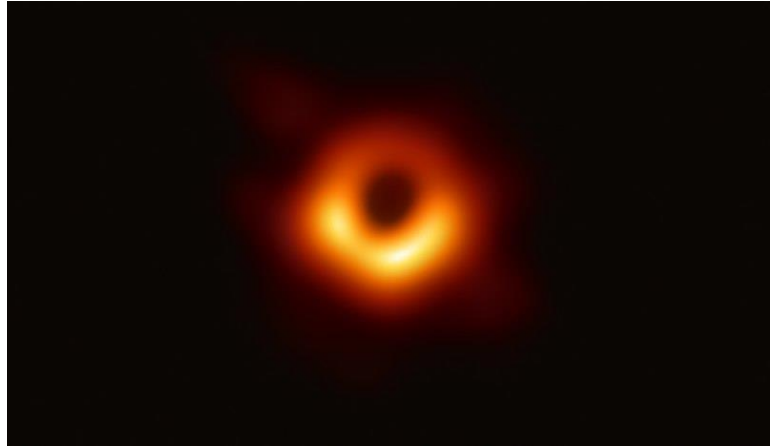
seg saktere enn vanlig, og hvor stor del av veien de beveger seg med lysets hastighet. Da burde vi jo klare å beregne avstanden til satellitter ganske nøyaktig.

Nøkkelsetning

Ionosfæren er et område i atmosfæren på omtrent 60-500 km over bakken som består av positivt ladede ioner og negativt ladede elektroner.

Funfact: Lys i krum bane

I dag vet vi at lys faktisk beveger seg i krumme baner hvis det blir utsatt for sterk tyngdekraft, for eksempel ved et svart hull. Når vi observerer svarte hull, kan vi egentlig ikke se selve hullet. Vi kjenner dem igjen ved at lyset fra stjerner og galakser bak det sorte hullet bøyer seg rundt det slik at vi ser en lysende ring.

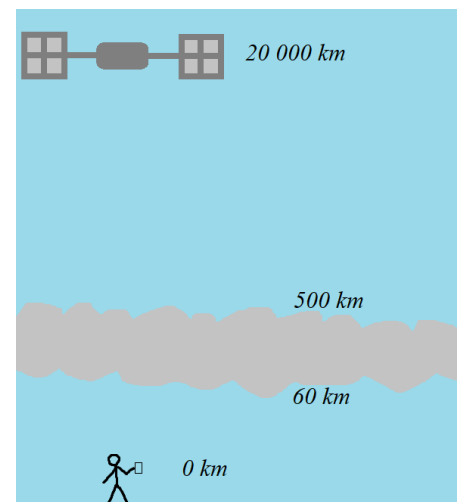


Bilde: Det første bildet som er tatt av lysskiven som omgir et sort hull.

Foto: Event Horizon Telescope

Regneoppgave i grupper: Total reisetid

Et radiosignal blir sendt ut fra en satellitt som befinner seg 20 000 km over bakken. Du kan anta at radiosignalet beveger seg med lysets hastighet i vakuum helt til det er 500 km over bakken. Vi runder av lyshastigheten til 300 000 km/s. Her begynner ionosfæren, og radiobølgene beveger seg med en hastighet på 25 000 km/s helt til det er 60 km over bakken. De siste 60 kilometerne beveger det seg igjen med lysets hastighet. Hvor lang tid bruker radiobølgene på å nå deg nå?



Hintboks:

Fart x tid = avstand

Så tid = avstand/fart

Regn ut tiden signalet bruker fra satellitten til ionosfæren, fra toppen av ionosfæren til bunnen av ionosfæren og fra bunnen av ionosfæren og ned til bakken. Deretter kan du summere disse tidene for å finne den totale tiden.

Fasitboks:

0,08 sekunder

Leseoppgave: romvær

På en vanlig dag kan vi stole ganske godt på posisjonsbestemmelsen i mobilen vår. Når den mottar signaler fra minst fire satellitter samtidig kan den lynraskt regne ut hvor langt vi er fra hver av disse satellittene med relativt høy nøyaktighet og dermed finne både x, y og z koordinat. Den finner tidsforskjellen mellom sin egen klokke og satellittens klokke, og den tar hensyn til ionosfæren i beregningene. Så lenge vi vet hvor tett og hvor bred ionosfæren er til enhver tid har vi ikke mange problemer. Problemet er bare at det ikke alltid er så lett å vite nettopp dette. I hvert fall ikke hvis disse parameterne endrer seg raskt og ofte, noe som kan skje under «dårlig» romvær.

Gruppeoppgave: infojakt

I grupper på 2-3 elever, bruk 5-10 minutter på å finne så mye informasjon om romvær på nettet. Noter ned punkter underveis.



Klasseroms diskusjon: romvær

Hva har klassen funnet ut om romvær? Lag et felles tankekart på tavla.

Video: ionosfæren endrer seg

Romvær er endringer i forholdene rundt jorda som direkte eller indirekte styres av aktiviteten på Sola. Sola sender til enhver tid ut en strøm av elektrisk ladede ioner og elektroner mot jorda. Dette kalles solvind. Men styrken og tettheten til solvinden varierer. Noen ganger oppstår det en solstorm. Da sender sola plutselig ut ekstra tette skyer av elektrisk ladede partikler mot jorda med høy hastighet. Men her treffer partiklene jordas magnetfelt. Magnetfeltet kan fange opp noen av partiklene og lede dem ned i atmosfæren ved polområdene. Derfor kan ionosfæren bli tykkere enn vanlig. Når de elektrisk ladede partiklene fra solvinden krasjer med nøytrale molekyler i atmosfæren dannes dagsnordlyset. Dette lyset er så svakt at vi bare kan se det der det er mørketid.

Andre solvindpartikler blir med solvinden helt rundt til nattesiden av jorda og blir fanget opp av magnetfeltet der. Forskerne pleier å se for seg magnetfeltet på nattesiden, eller magnethalen som den kalles, som en slags ballong. Solvinden er med på å fylle opp denne ballongen, og til slutt må den sprekke. Når ballongen sprekker fyker mange av ionene ned i atmosfæren på nattesiden. Dette fører også til endringer i ionosfæretettheten, og til nordlyset vi kan se om natten.

Når tettheten til ionosfæren endrer seg raskt, blir det vanskelig å vite akkurat hvordan ionosfæren er og ta hensyn til den når mobilene våre skal finne ut hvor langt de er fra satellitter. Det blir vanskelig å finne nøyaktig posisjon. Det kan bli et større og større problem etter hvert som vi bruker flere selvkjørende biler og busser.

Vi kunne ha løst problemet med å sette ut stasjoner på bakken som sendte radiobølger til mobiltelefonene våre i stedet for å bruke satellitter som utgangspunkt. Da slipper jo signalet å reise gjennom ionosfæren som absolutt skal gjøre ting så vanskelig for oss. Dette gjøres også flere steder, men det hadde blitt fryktelig dyrt hvis vi skulle ha satt opp slike stasjoner rundt omkring i hele verden. Derfor jobber forskerne med å utvikle romværvarsling på samme måte som vanlig værvarsling. Hvis vi kan forutsi solstormer før de kommer, og hvis vi kan forutsi når denne magnetfeltballongen kommer til å sprekke og hvordan dette vil endre tettheten i

ionosfæren har vi løst mye av problemet. Da kan vi igjen vite hvor lang tid radiobølgene bruker på å bevege seg gjennom atmosfæren, og vi kan ta høyde for dette. Men det er lettere sagt enn gjort. Romværsystemene er kompliserte, og vi forstår dem enda ikke godt nok til å gjøre nøyaktige forutsigelser. Det største mysteriet er å forstå hva som skal til for at den magnetiske ballongen sprekker. Noen ganger skal det mye til, andre ganger lite.

Kraftig romvær kan påvirke strømmettet, ødelegge satellitter og forstyrre flytrafikken. I 2003 førte en kraftig solstorm til at 20 000 husholdninger i Sverige mistet strømmen i over en time.

Mange av de negative konsekvensene av romvær kan unngås hvis vi vet om romværet på forhånd slik at vi kan ta forhåndsregler. Det kan spare samfunnet for mye penger. Derfor haster det med å finne ut mer om hvordan vi kan lage gode romværvarsler, og Universitetet i Oslo har en egen seksjon som jobber med nettopp dette. Og hvem vet kanskje det er akkurat du som kommer til å løse problemet hvis du velger å studere realfag og teknologi ved Universitetet i Oslo.

Nøkkelsegning

Når tettheten til ionosfæren endrer seg raskt blir det vanskelig å bestemme posisjon nøyaktig hvis man tar utgangspunkt i signaler fra satellitter.

Forklaringsoppgave

Det sies at man virkelig kan noe når man klarer å forklare det til andre. Jobb i grupper på 2-3 elever. Den ene eleven skal forklare for sin medelev hvorfor mobiltelefonen din trenger å være i kontakt med fire satellitter for å kunne bestemme posisjonen din. Den andre eleven skal forklare hva ionosfæren er for noe. Dersom dere er tre elever, skal den siste eleven forklare hva romvær er. Er dere bare to kan den første eleven forklare dette også. Prøv å forklare med egne ord.

Test deg selv! Hva har du lært?

1. Hvilke av disse er elektromagnetisk stråling?
 - a. Smittebølger
 - b. Havbølger
 - c. Radiobølger
 - d. Synlig lys
 - e. Lydbølger
 - f. Ultrafiolett stråling
2. Hva er lysets hastighet i vakuum? (hvis vi runder av)
 - a. 3000 m/s
 - b. 3×10^5 m/s
 - c. 300 000 km/s
 - d. 3×10^9 km/t
3. Hva er en vektorstørrelse?
 - a. En størrelse som kan beskrives av en eneste verdi, for eksempel høyde.
 - b. En størrelse som må beskrives av minst to eller flere verdier, for eksempel posisjon i en tredimensjonal verden.
4. Hvor mange satellitter må mobilen din være i kontakt med for å kunne bestemme posisjonen din med god nøyaktighet?
 - a. 0

- b. 1
 - c. 2
 - d. 3
 - e. 4
 - f. 5
 - g. 6
5. Hvordan er det mulig å sende radiobølger fra England til Canada?
- a. Radiobølgene beveger seg i en krum bane rundt jorda
 - b. Radiobølgene beveger seg i en rett line til de treffer ionosfæren og blir reflektert ned
6. Hva består ionosfæren av?
- a. Positivt ladede ioner og frie elektroner
 - b. Radioaktive atomer og protoner
 - c. Karbonater, oksider og sulfater
7. Hvor befinner ionosfæren seg?
- a. 60-500 meter over bakken
 - b. 60-500 kilometer over bakken
 - c. 60-500 mil over bakken
 - d. 60-500 attometer over bakken
8. Hva er romvær?
- a. forholdene i jordas øvre atmosfære, ionosfæren og magnetosfæren som endres som følge av varierende aktivitet på Sola
 - b. Været på andre planeter
 - c. Værforholdene på jorda som avgjør om det er trygt å avfyre romraketter eller ikke.
9. Hvorfor er det viktig å forske på romvær?
- a. Fordi kunnskap om romværphenomener kan være nyttig i utviklingen av nye former for kreftbehandling
 - b. For å kunne lage værvarsler for folk som bor på andre planeter i fremtiden
 - c. For å kunne lage bedre romværvarsel slik at vi kan forutsi hvordan det vil forstyrre radiosignalene våre
 - d. Fordi det er kjempegøy

Vil du vite mer?

Du kan lese mer om hvordan GPS og andre globale navigasjons satellittsystemer virker her

<https://www.tu.no/artikler/stifinnerne-pa-himmelen/481687>

Mobilen din bruker ikke bare satellitter for å bestemme posisjon. Les mer om andre metoder her

https://www.pcworld.com/article/253354/ten_ways_your_smartphone_knows_where_you_are.html

