

Referat fra medlemsmøte i TAF 31. august 2011

Generelt

Møtet ble holdt i Leirfossveien 27 i Fossegrenda. Det var 35 personer til stede. Birger Andresen var møteleder. Erlend Rønnekleiv var ”kjøkkensjef”.

Nye medlemmer/møtedeltakere.

Følgende personer var på sitt første TAF-møte; Marit Bjerkan (gjest). Vi var så opptatt av å starte foredraget fort siden foredragsholderen skulle nå et relativt tidlig fly hjem, at vi glemte å ønske Marit hjertelig velkommen. Det skal vi rette på neste gang hun kommer.

Opplevelser siden siste møte.

Følgende ting ble nevnt:

- Ingenting siden vi helt og holdent prioriterte foredraget til professor Grøn.

Meddelelser.

- Det blir en rekke observasjonskvelder fremover (se oversikt i Corona nr. 3/2011 og på møtekalenderen på TAF-VEVEN: http://www.taf-astro.no/info/observatorium/obs_bruk.htm)
- Den utslitte varmebrakka på observatoriet skal skiftes ut i høst. Ny brakke er funnet.

Annet.

- Corona nr. 3/11 ble delt ut.

Foredrag – Einsteins relativitetsteori - en populær innføring i den generelle relativitetsteorien (av professor Øyvind Grøn, Høgskolen i Oslo, Universitetet i Oslo og Norsk Astronomisk Selskap).

Om foredragsholderen

Øyvind Grøn er professor i fysikk ved avdeling for ingeniørutdanning ved Høgskolen i Oslo. Han har brukt mye tid og ressurser på å formidle sin kunnskap om verdensrommet i popularisert form. Hvert år siden 1997 har han gitt ut sine "Nyhetsbrev om stjerner og Universet" der han samler opp de største nyhetene fra det siste året. Han holder også populære astroforedrag ved ingeniørutdanningen, i tillegg til at han foreleser ved Universitetet i Oslo. Han publiserer artikler i alt fra seriøse forskningstidskrifter til populærvitenskapelige blader. Han er fast skribent i Norsk Astronomisk Selskap sitt tidsskrift "Astronomi" og i tidsskriftet "Fra Fysikkens Verden". Han er gjesteskribent i Corona nr. 3/2011. Professor Grøn holdt i oktober 2005 et fengende foredrag for TAF om "Vårt verdensbilde ved tusenårsskiftet", og gjentok suksessen i oktober 2006 med foredraget "Universets ekspansjon". Han holdt en nytt foredrag for oss om "Astronomi og klima" i september 2008, et om "Ekstrasolare planeter" i oktober 2009, samt et om "Universets ekspansjon og mørke energi" i oktober 2010.

Temaer som ble gjennomgått

- Historikk
 - Einstein publiserte sin spesielle relativitetsteori i 1905. Den gir en gyldig bevegelseslære for alle hastigheter opp til lyshastigheten. Newtons lover gir meget god overensstemmelse med den spesielle relativitetsteorien så lenge hastighetene er små sammenlignet med lyshastigheten ($c \approx 300\,000$ km/sek)
 - Einstein publiserte sin generelle relativitetsteori i 1915. Dette er en generell teori for tid, rom og gravitasjon. Einsteins og hans hjelpere måtte løse kompliserte matematiske problemer for å formulere den generelle relativitetsteorien. Blant annet "rotet" de bort mange måneder fordi de på den tiden var ukjent med et viktig resultat som en kjent matematiker hadde funnet mange år tidligere.

- Kvantemekanikken, som er teorien for fenomener på atomært nivå, kom i 1925.
- Vi mangler er teori for kvantegravitasjon.
- Relativitetsprinsippet (en grunnpilar for den generell relativitetsteorien)
 - Relativitetsprinsippet sier at hvis fysikkens lover er universelle, burde alle kunne utlede de samme lovene, selv om de for eksempel beveger seg i forhold til hverandre slik at det de observerer er forskjellig.
 -
- Noen konsekvenser av den spesielle relativitetsteorien
 - Lyshastigheten
 - Lyshastigheten er uavhengig av observatørens og lyskildens bevegelse. Dette betyr for eksempel at ekstremt høye hastigheter ikke kan legges sammen på ordinær måte og at for eksempel lyset fra to stjerner i et dobbeltstjernesystem beveger seg med samme hastighet mot jorda selv når den ene stjernen beveger seg mot oss og den andre fra oss i forhold til systemets felles tyngdepunkt.
 - Samtidighet
 - Et lyssignal fra midten av en vogn i bevegelse vil oppfattes som samtidige for to personer i hver sin ende av vogna, men ikke samtidige for en person som står ved siden av vogna da den passerer. Forskjellen øker betydelig når hastigheten til vognen nærmer seg lyshastigheten.
 - Tidromdiagram (Minkowskidiagram) ble forklart og anvendt på den bevegelige vogna. Se detaljer i plansjene fra foredraget jfr. lenke nederst.
 - Tvillingparadokset
 - Tvillingparadokset består i at to tvillinger, hvor den ene reiser ut i rommet og tilbake igjen, tilsynelatende ikke er like gammel når den reisende tvillingen kommer tilbake til jorda igjen. Hvis reisehastigheten er konstant lik 0,8 ganger lysets hastighet til og fra et objekt som er 4 lysår unna (det ble antatt uendelig akselerasjon når han snur for å få enkel beregning), vil han som blir igjen på jorda være 10 år eldre når tvillingbroren returnerer. Men i følge den relativistiske tidsforlengelsen er tvillingbroren kun 6 år eldre idet han returnerer til jorda. Men i følge relativitetsprinsippet kan tvillingbroren oppfatte seg selv som i ro, mens han på jorda reiser. I så fall mener han selv at han er 6 år eldre når han returnerer og at tvillingen på jorda bare er 3,6 år eldre. Konflikten mellom de to om hvem som faktisk er yngst, kalles tvillingparadokset.
 - Tvillingparadokset løses ved å anvende den generelle relativitetsteorien (se nedenfor). Den forteller at vi opplever en gravitasjonell tidsforlengelse når vi er utsatt for akselerasjon. Prof. Grøn viste formlene for dette og at tvillingbroren i eksemplet opplever at tvillingen på jorda eldes 6,4 år idet han snur momentant fra 0,8 ganger lyshastigheten til samme hastighet i motsatt retning, mens han finner at den relativistiske lengdekontraksjonen gjør at tvillingen er blitt 3,6 år eldre mens han selv reiste frem og tilbake. Til sammen oppfatter han derfor **tvillingen** som eksakt 10 år eldre, hvilket er akkurat det samme tvillingen på jorda mener at **den reisende broren** har eldes. De har altså ved hjelp av den generelle relativitetsteorien blitt enige om at tvillingen på jorda er blitt ti år eldre når de møtes igjen, mens den reisende tvillingen er blitt seks år eldre. Tvillingparadokset er derved løst.
 - Lengdekontraksjon
 - En gjenstand som beveger seg i forhold til en observatør vil bli såkalt Lorentz-kontrahert med en faktor = kvadratroten av $(1 - (v/c)^2)$, hvor v = hastigheten og c = lysets hastighet i vakuum. Lengden går mot null når v nærmer seg lyshastigheten.
- Ekvivalensprinsippet (en grunnpilar for den generell relativitetsteorien)
 - Det såkalte ekvivalensprinsippet er en grunn-ide for den generelle relativitetsteorien.
 - Ifølge ekvivalensprinsippet er de fysiske virkningene av et "kunstig tyngdefelt" i et akselerert eller roterende referansesystem ekvivalente med de fysiske virkningene i et permanent tyngdefelt laget av en massefordeling. I praksis betyr dette at en person som er innestengt i

et lukket system (uten å kunne observere sine omgivelser) ikke er i stand til å bestemme om han/hun befinner seg i et tyngdefelt eller i et (ekvivalent) akselerert system, for eksempel om personen befinner seg i et rom på jordas overflaten med en tyngdekraft på 1 g ($=9,82 \text{ m/s}^2$) eller om rommet i stedet befinner seg i en romsonde som har en konstant akselerasjon på 1 g.

- Noen konsekvenser av den generelle relativitetsteorien
 - Som en konsekvens av gravitasjonsbeskrivelsen i den generelle relativitetsteorien, så vil lys vinne energi fra et gravitasjonsfelt når det beveger seg nedover i tyngdefeltet. Lyset får derfor høyere frekvens og blir altså blåforskjøvet. Dette er en gravitasjonell blåforskyvning, og ikke en dopplereffekt som vi får for et objekt som beveger seg mot oss. Tilsvarende taper lys energi når det beveger seg oppover i et tyngdefelt og det blir da rødforskjøvet.
 - Rundt et svart hull, innenfor en avstand kalt Schwarzschild-radien, er tyngdekraften så sterk at ikke en gang lyset unnslipper. Det har rett og slett ikke energi nok til å klatre ut av tyngdefeltet til det svarte hullet.
 - Professor Grøn beskrev den såkalte Hawkingstrålingen, som gjør at sorte hull på tross av dette taper masse/energi. Dette er en kvantemekanisk effekt ved overflaten av et svart hull. Der er det sterke tidevannskrefter, dvs. stor forskjell i tyngdeakselerasjon over små avstander. Når det dannes partikkel-antipartikkel par her, kan den ene partikkelen trekkes inn i det svarte hullet, samtidig som den andre sendes ut.
 - Tiden går også raskere når man er lavt nede i et gravitasjonsfelt i forhold til når man er høyt oppe i det. I praksis betyr det at en klokke inne i et fly høyt over jordas overflate vil gå litt fortere enn en tilsvarende klokke på jordoverflaten. Dette er målt ved eksperimenter.
 - Den generelle relativitetsteorien medfører at tidrommet deformeres i nærvær av masse (gravitasjon). Lys avbøyes derfor når det passerer for eksempel svært nær solas overflate, nærmere bestemt 1,7 buesekunder. Dette var en prediksjon som først ble forsøkt målt under solformørkelsen i 1919. Målingene var egentlig ikke nøyaktige nok til at man kunne være sikker på at teorien var korrekt, men de ble allikevel tolket som at teorien var bevist. Senere har nøyaktige målinger verifisert teorien.
 - Enorme ansamlinger av masse i fjerne galaksehoper avbøyer lyset slik at galaksehoper virker som gravitasjonslinser. Disse kan både forsterke og forvrengte avbildningen av objekter som ligger (tilnærmet) rett bak galaksehopen. Det er påvist mange slike gravitasjonslinser.
 - Man hadde på attenhundretallet oppdaget at aksene til Merkurs bane roterte 42 buesekunder fortere pr. 100 år enn det Newtons bevegelseslover tilsa. Man hadde derfor lenge leitet etter en til da usynlig planet nær sola, Vulcan, som skulle forklare Merkurbanens for høye precesjon. Men med Einsteins generelle relativitetsteori stemte alt helt perfekt uten å måtte postulere eksistensen av en ny planet.

Flere andre fenomener og sære effekter av relativitetsteorien ble beskrevet. Det henvises til lenken nedenfor.

Det var ivrig diskusjon under og etter foredraget.

Plansjene fra foredraget (knappt 14 MB) kan lastes ned som PowerPoint presentasjon på

<http://www.taf-astro.no/aktivitet/moter/referat/2011/fd11aug.ppt>

Etter foredraget var det sosialt samvær med kaffe/brus, kaker og plommer.