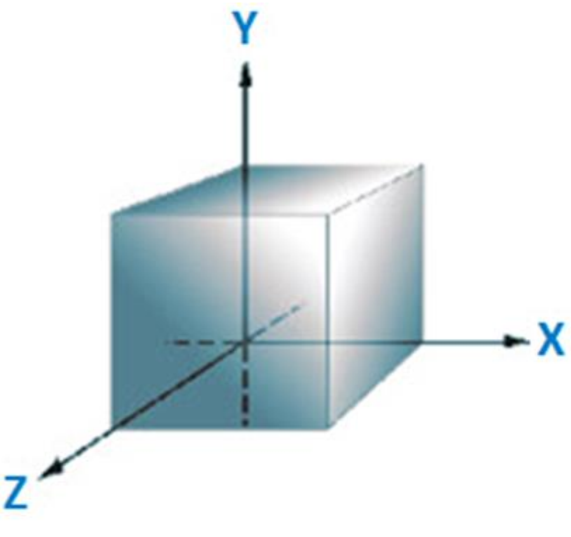
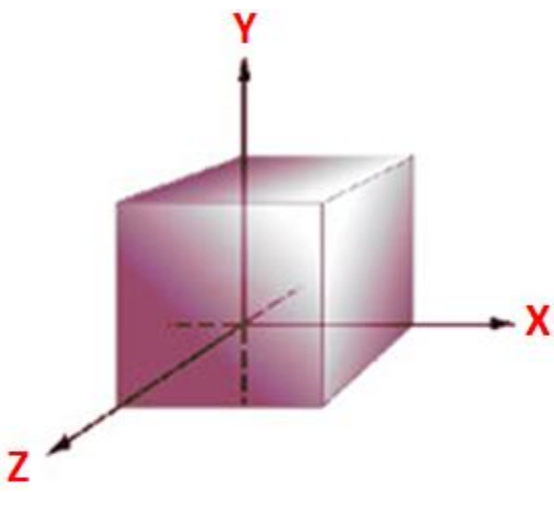
Forenklet regning av matte og relativitet

(*alternativ relativitet*)

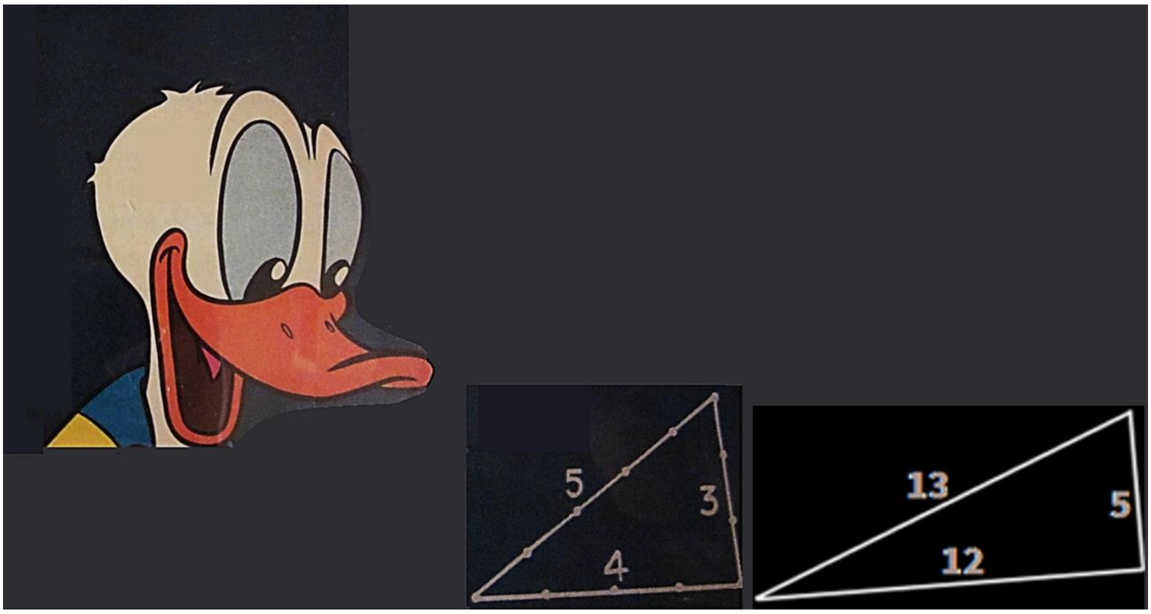
Jeg møter med min fagfelle som skal vurdere (peer review). Jeg har derfor fått i hjemmelekse å vise trinnvis hvordan jeg tenker meg fram. Det er trolig noe jeg tenker på uten å gå veien om språklige ord, men som jeg bør formidle dersom vanlige fagfolk skal skjønne det. Så her kommer en forenklet framstilling. Det handler om to regnestykker. Det første er fra meg og handler om hvordan to klokker viser tiden når de beveger seg, og den ene også beveger seg i forhold til den andre. Det andre regnestykket er fra dagens litteratur og det som flertallet bruken når de skal regne på det samme. Dersom en kan bevise matematisk at disse to regnestykker gir forskjellig svar så kan mitt regnestykke brukes til å finne eksistensen av det absolutte rom. For å finne om det absolutte rom finnes må en i tillegg gjøre et eksperiment som bekrefter beregningen.



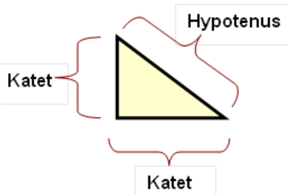


ε Electric μ Mgnetic

Regnestykket mitt bruker Pytagoras setning som den viktige setningen. Den viser hvordan en finner en lengde på en side i en tettvinklet (90°) trekant. Hvis kortsidene er 4 og 3 meter blir langsiden 5 meter. Det var blant annet også



publisert i et Donald blad. Eller hvis kortsidene er 12 og 5 meter blir langsiden 13 meter. Fra Store Norske Leksikon: **Pytagoras' setning** er en **læresetning** i geometrien som beskriver forholdet mellom sidene i en rettvinklet trekant. Setningen sier at kvadratet på hypotenusen i en rettvinklet trekant er lik summen av kvadratene på de to katetene. Hvis katetenes lengder er a og b og hypotenusen har lengde c, er altså $a^2 + b^2 = c^2$.



Jeg hadde ikke trodd at dette skulle være så vidt vanskelig som det ble, men det viser at det er mye vanskeligere å tenke nytt enn å bruke noe som er gjort før. I eksemplet over blir: $= \sqrt{c^2 - b^2}$ og $\frac{a}{c} = \sqrt{1 - \left(\frac{b}{c}\right)^2}$.

Dersom en rakett farer av sted med farten *b* i formelen over blir lengden av raketten redusert med en faktor: $\frac{a}{c} = \sqrt{1 - \left(\frac{b}{c}\right)^2}$ dersom *c* er lysets hastighet. Denne setning ble første gang postulert av George FitzGerald (1889). Dette kalles lengde sammentrekningen eller *lengdekontraksjon.* For et jetfly i maksimal fart er det så lite at det er umulig å se for en observatør som står på bakken. Lengden av flyet er hypotenusen av trekanten så lenge der er i ro på baken. Når det flyr er det som den lengste kateten. Den korteste kateten er i midlertid ekstrem kort. Jeg har valgt å stole på denne setningen til George

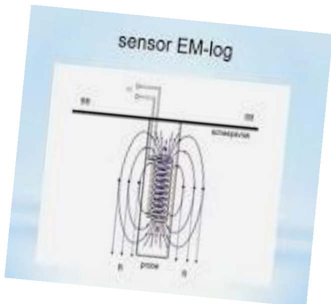
FritzGerald fordi jeg har utledet dette, for 13 år siden, ut fra antagelsen av det absolutte rom og fordi den har blitt sannsynlig bekreftet gjennom gjentatte forsøk siden 1889. Louis de Broglie publiserte i 1925 et skriv der han ut fra egne teorier og etterfulgt av Niels Bohr sin kvantiseringsteori beregnet størrelse på elektronenes baner i atomer i forhold til hastighet. Dette kan gi en fysisk forklaring på lengdekontraksjon i relativistisk måling, men, etter min mening, passer denne vel så godt om den kombineres med eksistensen av det absolutte rom. Her kan en forklare hvorfor en gjenstand krymper i fartsretningen, fordi atomene krymper i fartsretningen. Hastighet heter på engelsk: *velocity*. Derfor erstatter jeg bokstaven b med v i formelen over å får

faktoren: $\sqrt{1-\left(\frac{v}{c}\right)^2}$

Nå er det ikke bare lengden som endrer seg når raketten går fort. Det gjør også klokkene som er inne i raketten, og de endrer seg med den samme faktoren. Det betyr disse klokkene går saktere jo fortere raketten går. Når det har gått et minutt på bakken så kan klokkene inne i raketten vise at det har gått 0,9999 minutt. Om jeg skulle bygge en klokke som bruker en spole og en kondensator til å bestemme nøyaktigheten ville den bli noe dårligere enn dagens quartz ut. Eksempelvis 20 minutter feil på et år. Det er derfor mulig å bruke slike klokker. Fordi det er et magnetisk og et elektrisk felt som bestemmer tiden har jeg tidligere forklart at dersom spolen og kondensatoren beveger seg med farten v, i forhold til det absolutte rom, så vil tiden gå saktere med faktoren $\sqrt{1-\left(\frac{v}{c}\right)^2}$. Og dette skyldes at spolens magnetiske egenskaper vil endre seg på den måten. Det vil også kondensatorens elektriske egenskaper. For mekaniske klokker gjelder at de vil gå saktere med samme faktoren fordi massen i balansehjulet øker og fjærestivheten minker. Jeg antar at dette gjelder for alle typer klokker at de går langsommere med farten. Så det er noe av den fysiske forklaringen. Dessuten har det vært gjort flere forsøk med atomur som viser at dette stemmer. Derfor stoler jeg også på denne effekten.

Det kan være vanskelig å forstå så stor hastighet som lysets hastighet. Derfor vil jeg her i en del av forklaringen bruke et bilde med en undervannsbåt som beveger seg med opptil 30 knop eller om lag 55km/t om lag 15 meter pr sekund. Fordi regnestykket krever en fartsgrense velger jeg en fartsgrense på 20 meter pr sekund, 72km/t, 39 knop. Denne fartsgrense gjør jobben som lys hastigheten, og får bokstaven c. I regnestykket fins en fart til og det er den farten den ene klokken beveger seg framover i båten, i forhold til båten. Den kaller jeg v_2.

Ubåten kjører i sjøen under vann. Det er to klokker bak i ubåten. I en bygning på land sitter en presjon og overvåker ubåten via radioforbindelse for det er en antenne på ubåten og den stikker over vannflaten. Fra land ser en ubåtens fart. Det vil si i forhold til land og i forhold til sjøen for det er strømstille i sjøen. Fra land ser en også klokkenes plassering i ubåten og for fort den ene klokken flyttes framover i ubåten. Farten kan avleses på to måter fra land. Det kan være en GPS montert på antennemasten overvanns på ubåten eller det kan være fartsmålere i ubåten. Eksempler på fartsmålere vist nedenfor, med indikator og giver.



Ubåten er laget av plast med framdriftspropell bak. Når farten øker presses båten sammen å blir kortere på grunn av at trykker foran øker.

Faktoren er : $\sqrt{1-\left(\frac{v}{c}\right)^2}$

Når *v* er 10 meter pr sekund blir krympingen $\sqrt{1-\left(\frac{10}{20}\right)^2}$ = $\sqrt{1-\left(\frac{v}{c}\right)^2}$

. Er ubåten 10m i ro er den 8,66m i den farten (10 meter pr sekund).

Klokkene om bord i ubåten er forbundet med hver sin fartsmåler og får signat fra fartsmålerne om å gå saktere jo fortere fartsmålerne viser at de går.

Faktoren mellom fart og klokkehastighet er $\sqrt{1-\left(\frac{v}{c}\right)^2}$

Når presjonen på lan ser at båten har kjørt i ti minutter viser klokkene i ubåtene at de har gått i 8,66 minutter = 519,6 sekunder.

Hendelsen:

Begge klokker er bak i ubåten og er innstilt likt, viser samme tid. Ubåten kjører med farten *v*, de ser presjonen på land. Så starter den ene klokken å flytte seg framover i båten, inntil 8,66 meter fra den andre klokken, da stopper den å blir stående framme i båten. Denne klokken er veivet fram ved hjelp av et hjul og en veiv og en kjede. Den samme veiven når kjedehjulet og kjeden utenfor båten og flytter giveren til fartsmåleren parallelt med klokken inne i ubåten. Dette gjør at denne fartsmåleren viser $v + v_2$. Klokken går altså litt fortere enn ubåten når en måler i forhold til sjøen utenfor båten. En kan se at farten v_2 er sett fra presjonen på land. Siden fartsmålerne ikke påvirkes av farten og presjonen på land har både tidsmåler og lengdedaler som ikke påvirkes av farten. Han kan dessuten se hvor mye ubåten har krympet. Det kan være en meter måler utenfor ubåten som ikke påvirkes av farten *v* som sender signal til land. Tiden radiosignalet går fra ubåten og til land er så kort at det kan en se bort fra. Presjonen inne i ubåten har ikke metermål er og vet derfor ikke hvor lang ubåten er han velger å sette lengden til ti meter som er lengden i ro. Han velger å gjøre sine beregninger inne i ubåten ut fra de klokker han har der og båtlengden satt til ti meter inntil videre. Personen på land forteller ingenting om det han vet til mannen i ubåten. Det er en gåte for mannen i ubåten å finne ut hva presjonen på land vet om fart, tid og lengde til ubåten. Han har ikke tilgang til å avlese fartsmålerne. Er flink kan han klare å løse gåten.

Han løser gåten.

Det er to klokker bak i ubåten og han veiver fram den ene, den blå. Tidspunktet(t_A) når den røde klokken begynner å bevege seg blir registrert og lagret på den røde klokken.

Når så denne blå klokken kommer helt frem blir dette tidspunktet registrert og lagret på blå klokke(t_B). Dette vil han bruke for å beregne farten den blå klokken hadde i forhold til ubåten. Mannen i ubåten klarer ikke å se på begge klokkene samtidig. Ubåten har en markeringstang bak utvendig og en foran utvendig. De markerer lengden av ubåten. Di er så høye at de nesten stikker opp til vannflaten. Mannen i ubåten tar radiokontakt med en hurtigbåt på overflaten ved hjelp av sin VHF. Denne hurtigbåten bruker kruskontroll og kjører derfor hele tiden med en nøyaktig hastighet på 20 meter pr sekund. Denne hastighet er: *c* og er fartsgrensen i formelen. Hurtigbåten kjører først rett over ubåten på akkurat motsatt kurs. Den berører først fremre markerings stang og deretter bakre markerings stang. Dette blir registrert og lagret først av klokken fremme(blå), tidspunkt t_1, og så av klokken bak(rød), tidspunkt t_2. Etter dette tar hurtigbåten en runde og kjører samme kurs som ubåten rett over den. Nå berører den bakre markering stav først ved tiden t_3 og markering staven framme, ved tidspunktet t_4. markeringsstaven framme er tilkoblet blå klokke og staven bak til rød klokke. Nå har han 6 tidspunkter. t_A, t_B, t_1, t_2, t_3 *og* t_4. Mannen i hurtigbåten er så opptatt av å se hvor han kjører at han ikke husker å fortelle om sin hastighet. Mannen i båten vet at hurtigbåten kjører med farten *c*, men han vet ikke nøyaktig hvor fort *c* er. Avstanden mellom stavene er også avstanden mellom klokkene. I ubåten lages er formel for å beregne hvor fort den blå klokken beveget seg inne i ubåten i forhold til ubåten. Tiden klokken flyttet seg settes til:

$tid_{BLÅ} = (t_2 - t_A) - (t_1 - t_B) - ½(t_2 - t_1) - ½(t_3 - t_4)$, lengden stettes til l =10 meter.

Han setter da farten til: $v_2' = \frac{l}{tid_{BLÅ}}$ Han bruker ikke notasjonen: v_2 han bruker v_2 merket fordi han vet at vedkommende i bygningen på land ser en annen verdi på denne hastigheten og det er nemlig v_2. Etter at utregningen er ferdig bruker mannen i ubåten en omregningsformel får å finne v_2 når han vet v_2'. Denne kommer i neste episode. Selv om v_2 ennå er ukjent for ubåten så setter vi opp formelen:

$$t_{flyttM} = \frac{l}{v_2}\left(\sqrt{1-(\frac{v}{c})^2} - \sqrt{1-(\frac{v+v_2}{c})^2}\right) \cdot \sqrt{1-(\frac{v}{c})^2}$$

Dette er forskjellen på hva blå klokke viser i forhold til rød klokke når begge klokker kan observeres samtidig. Presjonen på land kan avlese begge klokker absolutt samtidig, men det kan ikke han i ubåten. Det kan være en skillevegg i ubåten. Derfor vil han trenge denne formelen. Formelen kan deles opp slik:

Tiden det tok å flytte klokken sett fra land: $t_{BLÅ} = \frac{l}{v_2}\sqrt{1-(\frac{v}{c})^2}$

Fordi *l* er satt til 10m må den korrigeres med $\sqrt{1-(\frac{v}{c})^2}$ siden presjonen på land ser hvor mye krympingen av lengden er, *l* er reelt kortere enn 10m. Hvor mye

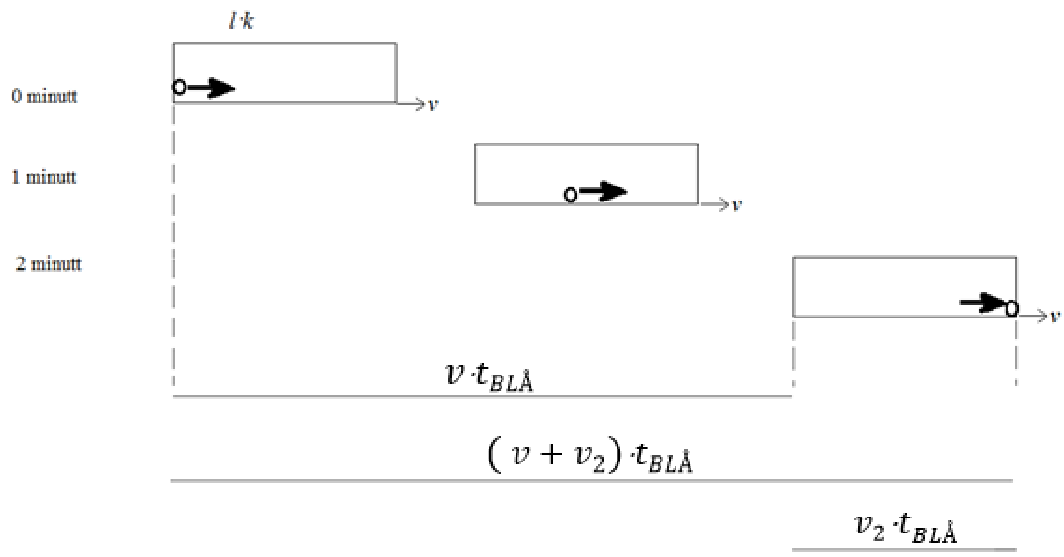
saktere går den røde klokken i forhold til klokken på land?: $\sqrt{1-(\frac{v}{c})^2}$

Hvor mye

saktere går den blå klokken i forhold til klokken på land?: $\sqrt{1-(\frac{v+v_2}{c})^2}$

Forskjellen er (den ene faktoren minus den andre) ganger $t_{BLÅ}$

Forskjellen = t_{flyttM}



Over er vist hvordan presjonen på land ser ubåten i løpet av noen minutter.

Neste formel:

Hvor lang tid bruker hurtigbåten å gå fra fremste stav på ubåten til bakre stav? som også er tiden den bruker fra blå klokke til rød klokke.

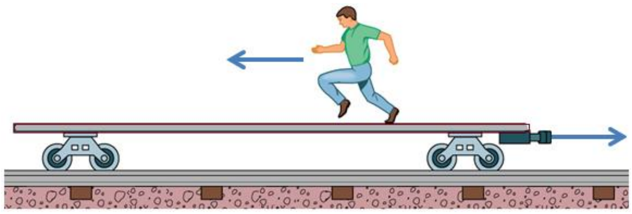
Tid *blå til rød*: = $\frac{l}{c}\cdot(1-\frac{v}{c}) + t_{flyttM}$ = $t_2 - t_1$

Her må en være oppmerksom på at det er tiden slik den avleses på klokkene. t_B, t_A, t_2, t_1, t_2, t_1 avleses med samme verdier på land som om bord i ubåten.

$$= \frac{l}{c} \cdot \frac{\left(1 - \left(\frac{v}{c}\right)^2\right)}{1 + v/c} + t_{flyttM}$$

For å finne tiden dette tar sett fra land skriver en $= \frac{l}{c+v} \cdot \sqrt{1 - \left(\frac{v_2}{c}\right)^2}$

Dette er fordi lengden *l* sett fra land har krympet. Fartsgrensen og hurtigbåtens fart *c* er 20m pr sekund, slik som det er sett fra land. Endelig er også v_2 sett fra land. Hastigheten blir: $c + v$ fordi der hurtigbåtens er hastigheten i forhold ubåten. Illustrert under.



For klokkene om bord i ubåten må en ta hensyn til at de begge går langsommere enn klokken på land med faktoren $\sqrt{1 - \left(\frac{v_2}{c}\right)^2}$ derfor vil de også måle en tidsforskjell med det samme forholdstall. Etter at dette er tatt med blir formelen:

$$\frac{l}{c+v} \cdot \sqrt{1 - \left(\frac{v_2}{c}\right)^2} \cdot \sqrt{1 - \left(\frac{v_2}{c}\right)^2}$$

Endelig så viser ikke de to klokkene i ubåten lik tid samtidig og derfor må denne endring også legges til. Da får en:

$$\frac{l}{c+v} \cdot \sqrt{1 - \left(\frac{v_2}{c}\right)^2} \cdot \sqrt{1 - \left(\frac{v_2}{c}\right)^2} + t_{flyttM}$$

Forenkler en dette uttrykket får en: $= \frac{l}{c} \cdot \left(1 - \frac{v}{c}\right) + t_{flyttM}$

mellomregningen er ikke vist.

For tidsrommet $t_4 - t_3$ går båtene i motsatt retning og to fortegn må da byttes.

Tid *rød til blå*: $= \frac{l}{c} \cdot \frac{\left(1 - \left(\frac{v}{c}\right)^2\right)}{1 - v/c} - t_{flyttM} = \frac{l}{c} \cdot \left(1 + \frac{v}{c}\right) - t_{flyttM}$

Til sist beregner ubåten tiden hurtigbåten bruker fram + til bake mellom klokkene og deler på to: $\frac{1}{2}(t_2 - t_1) + \frac{1}{2}(t_3 - t_4)$ Når han så setter lengden inn *l*, får han sin versjon av *c* som han kaller *c'* (*c* merket).

$$c' = \frac{l}{tid} = c$$

At *c'*=*c* er litt overaskende, men årsaken er at *lengdekontraksjon* og *tidsdilatasjon* bestemmes av $\sqrt{1-(\frac{v_2}{c})^2}$. Hastigheter som *v* og v_2 blir derimot målt til å ha forskjellige verdier avhengig om måling skjer om bord eller skjer fra land. Når v_2 måles om bor i ubåten heter den derfor v_2'.

Hva fant vi ut?

Når vi måler tiden fra blå klokke til rød klokke ble den forskjellig fra, når vi måler tiden fra rød klokke til blå klokke. Når vi leser av verdiene på klokkene i det «lys pulsen» eller i vårt eksempel, hurtigbåten passerer. Hurtigbåten synes da å bruke lengere tid mellom klokkene avhengig av hvilken retning den går. Nå vet vi at den ene klokken har forandret si verdi, med tiden t_{flyttM} , i forhold til den andre. Vi vet da at dette kan forklare noe av hvorfor hurtigbåten synes å bruke lengere tid mellom klokkene avhengig av hvilken retning den går. Uten å komme med svaret ved rett å slett å trekke fra t_{flyttM}, ser vi på hvordan en hittil har brukt å regne på dette.

Slik en har regnet

I de siste hundre år har en regnet med at hurtigbåten, som er et bilde på lyset, går like fort i begge retninger målt fra ubåten og i forhold til ubåten. Da skulle tiden hurtigbåten bruker mellom klokkene bli like lang i begge retninger. I midler tid regner en da med at den ene klokken har forandret sin visning av tid, fordi den ble flyttet med farten v_2' inne i ubåten. Formelen for dette er:

$$\frac{l}{v_2'} \cdot \left(1 - \sqrt{1-(\frac{v_2'}{c})^2}\right)$$

Innsatt blir dette:

$$\text{Tid } \textit{blå til rød}: = \frac{l}{c} - \frac{l}{v_2'} \cdot \left(1 - \sqrt{1-(\frac{v_2'}{c})^2}\right)$$

Og

$$\text{Tid } \textit{rød til blå}: = \frac{l}{c} + \frac{l}{v_2'} \cdot \left(1 - \sqrt{1-(\frac{v_2'}{c})^2}\right)$$

Det matematiske beviset ligger i å vise at dette er forskjellig fra

Tid *blå til rød:* = $\frac{l}{c} \cdot \left(1 - \frac{v}{c}\right) + t_{flyttM}$

Tid *rød til blå:* = $\frac{l}{c} \cdot (1 + \frac{v}{c}) - t_{flyttM}$

Dette kan gjøres ved å sette inn tall og å regne ut. En finner at forskjellene er små, men det er OK.

Omregning

Omregningsformel for v_2' til v_2

$$v_2' = \frac{v_2}{1-\left(\frac{v}{c}\right)^2 - \left(\frac{v_2 \cdot v}{c^2}\right)} \quad \text{og} \quad v_2 = \frac{v_2'\left(1-\left(\frac{v}{c}\right)^2\right)}{1+\left(\frac{v_2' \cdot v}{c^2}\right)}$$

En vanlig måte å måle fart på

En ser båten starte fra startstreken og når den når målstreken og tar tiden t. I tillegg vet en avstanden = s. Farten (i gjennomsnitt) er: $v_2' = s/t$ Den som tar tiden står ved startstreken og fra startstreken ser han når båten når målstreken. Siden vi på måler på så lange avstander som tusen mil så tar det tid(t_L) for lyset å komme fra målstreken og tidtakeren. t_L = 0,033 sekund og det er mye i denne sammenheng. Derfor vil trekke denne tiden fra og beregne farten slik:

$v_2' = s/(t-t_L)$ i ubåten var dette $v_2' = s/(tid_{BLÅ})$

Det var slik mannen i ubåten fant tiden $tid_{BLÅ}$.

$tid_{BLÅ} = (t_2 - t_A) - (t_1 - t_B) - ½(t_2 - t_1) - ½(t_3 - t_4)$

vi så jo tidligere at: $l/ (½(t_2 - t_1) + ½(t_3 - t_4)) = c'$

eller: $t_L = ½(t_2 - t_1) + ½(t_3 - t_4) = l/ c'$

(t_1 - t_B) er tiden fra blå klokk har nådd fram (kommet i mål) til hurtigbåten starter å gå fra blåklokke til rød klokke. Han later som hastigheten mellom klokkene er *c* når hurtigbåten kjører der. Han vet at dette vil bli omregnet til riktig *v* i omregningen. En kan beregne avstand eller fart til en annen båt med

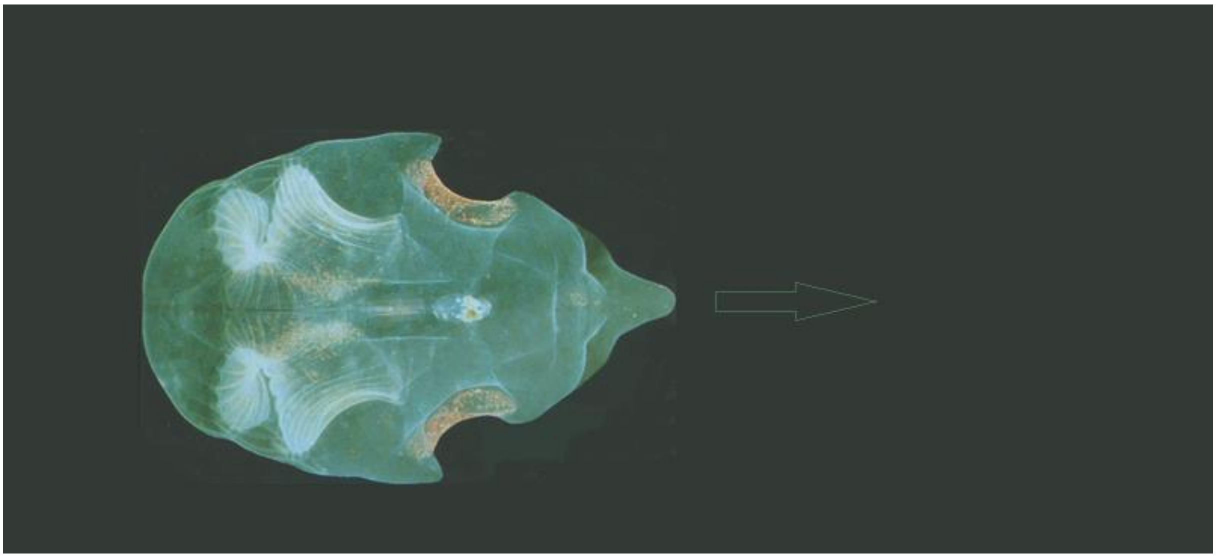
hjelp av radar. Da blir det tatt hensyn til at lyse bruker sin tid på komme tilbake fra målet. Da finner skipet hastigheten til den andre båten i forhold til eget skip.


Forklaring på

$$v_2 = \frac{v_2'\left(1-\left(\frac{v}{c}\right)^2\right)}{1+\left(\frac{v_2' \cdot v}{c^2}\right)}$$

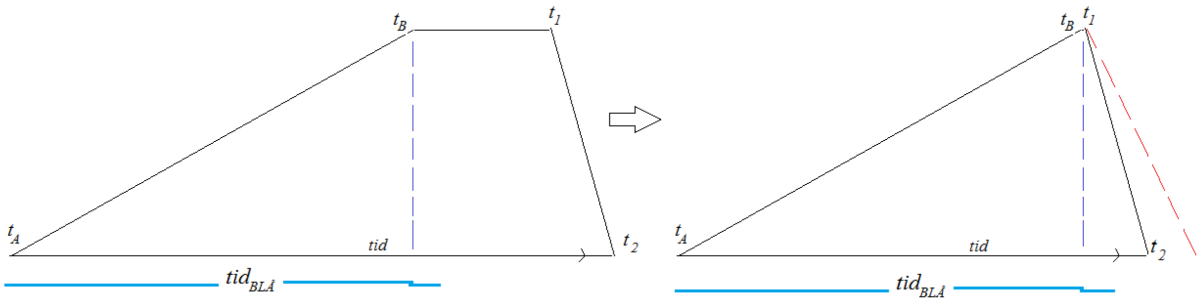
Kommer senere.

Noen fabuleringer: Dersom det absolutte rom finnes betyr det at det tomme rom ikke er tomt i absolutt forstand. Vi beveger os som fisken i havet noe som strømmer rundt oss overalt. For ikke å snakke gjennom oss som havet strømmer gjennom noen typer plankton dyr. Vist nedenfor.



Hva skjer om dette rommet har en grense eller at universet har en vegg der rommet stopper. Som i sangen til Erik Bye om klinkekulene. Da villet denne veggen se ut som et speil og allt lys bli reflektert. Det samme vil da gjelde for tyngdekraften den ville da bli reflektert fra veggen og veggen ville trekke på klodene som om den hadde tyngdekraft. Kloder ville da bli dratt utover og akselrere. Hva om en hadde prøve å slå hull i veggen med å sende en klinkekule med all kraft mot den. Da ville kulen siden den var av gjass trolig bli knust eller sprette tilbake.

Tiden den blå klokken bruker på å flytte seg slik det ser ut fra land.



$tid_{BLÅ} = (t_2 - t_A) - (t_1 - t_B) - ½(t_2 - t_1) - ½(t_3 - t_4)$ $\qquad$ $tid_{BLÅ} = (t_2 - t_A) - \frac{l}{c}$

Den skrå linjen t_1 til t_2 er slik den ser ut fra land. Fra ubåten derimot skrår denne linjen mer når den går ut fra punktet t_B og da går den som den røde stiplede linjen. Dette gjør at $tid_{BLÅ}$ ikke treffer riktig ved foten av blå stiplet linje. Avviket er $\frac{l}{c} - (t_2 - t_1)$ Før jeg går videre gjør jeg oppmerksom på at $(t_2 - t_1)$ ikke er påvirket av at blå klokke har forandret sin tid. Fordi tidsrommet $(t_1 - t_B)$ er t gjort mens begge klokkene gikk like fort.

$$(t_1 - t_2) = \frac{l \cdot \sqrt{1-(\frac{v}{c})^2}}{c+v} \quad \text{avviket blir derfor} \quad \frac{l}{c} - (t_1 - t_2) = \frac{l}{c} - \frac{l \cdot \sqrt{1-(\frac{v}{c})^2}}{c+v}$$

Det betyr at fra land er tiden blå klokke veives fram: $\frac{tid_{BLÅ}}{\sqrt{1-(\frac{v}{c})^2}} - \frac{l \cdot \sqrt{1-(\frac{v}{c})^2}}{c+v}$

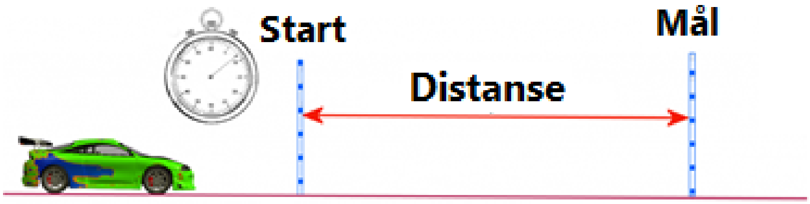
ombord er den satt til: $tid_{BLÅ}$

Hva med lengden på ubåten? Den er satt til l i ubåten og sett fra land er den:

$\cdot \sqrt{1-(\frac{v}{c})^2}$. $\qquad$ Det medfører:

$$v_2 = \frac{l\cdot\sqrt{1-(\frac{v}{c})^2}}{\frac{tid_{BLÅ}}{\sqrt{1-(\frac{v}{c})^2}} - \frac{l\cdot\sqrt{1-(\frac{v}{c})^2}}{c+v}}$$

$v_2' = \frac{l}{tid_{BLÅ} - \frac{l}{\mathrm{c}}}$ medfører $tid_{BLÅ} = \frac{l}{v_2'} + \frac{l}{\mathrm{c}}$



Metoden for måling av v_2 inne i ubåten her er «lysets» fart satt til c i begge retninger.

$tid_{BLÅ} = \frac{l}{v_2'} + \frac{l}{\mathrm{c}}$ setter dette inn i formel for v_2: $v_2 = \frac{l\cdot\sqrt{1-(\frac{v}{c})^2}}{\frac{\frac{l}{v_2'}+\frac{l}{\mathrm{c}}}{\sqrt{1-(\frac{v}{c})^2}} - \frac{l\cdot\sqrt{1-(\frac{v}{c})^2}}{c+v}}$

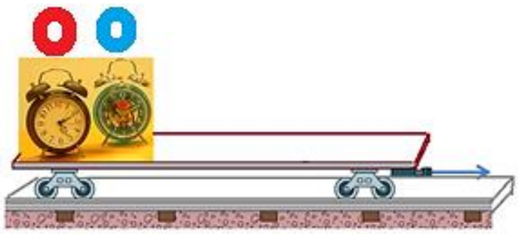
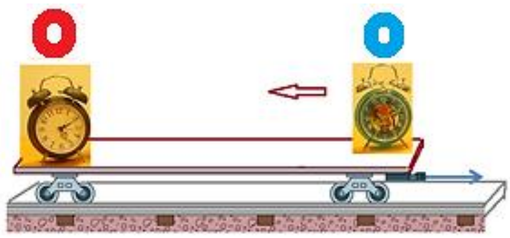
Resten er algebra.

$$v_2 = \frac{1}{\frac{\frac{1}{v_2'}+\frac{1}{\mathrm{c}}}{1-\left(\frac{v}{c}\right)^2} - \frac{1}{c+v}}$$

$$v_2 = \frac{v_2'\cdot\left(1-\left(\frac{v}{c}\right)^2\right)}{1 + \frac{v_2'}{\mathrm{c}} - \frac{1-(\frac{v}{c})^2}{c+v}\cdot v_2'} \qquad v_2' = \frac{v_2}{\left(1-\left(\frac{v}{c}\right)^2\right) - \frac{v\cdot v_2}{c^2}}$$

Tar ikke med mellomregningen fordi en kan teste at forenklingen av fôrmelene stemmer ved å sette inn tall for v_2, og v_2' å se at svarene stemmer. Eksempelvis $v_2' = 0{,}4$ og $v = 0{,}5$ gir $v_2 = 0{,}25$ og omvendt.

$$v_2 = \frac{v_2{'}\left(1-\left(\frac{v}{c}\right)^2\right)}{1+\left(\frac{v_2{'}\cdot v}{c^2}\right)} \qquad v_2{'} = \frac{v_2}{1-\left(\frac{v}{c}\right)^2-\left(\frac{v_2\cdot v}{c^2}\right)}$$

$v_2' = \boldsymbol{0{,}00001c} + 0{,}125mm/s$

v_2' er hastigheten en blå klokke beveger seg med i forhold til den røde slik den måles for en som sitter på rammen ved den røde klokken.

Vi tenker oss hastigheten (v) er **0,0002 av lyshastigheten**. Rommet går fra blå til rød ring.

v_2 er farten til blå ring som er en klokke som beveger seg fra rød ring. Farten mellom blå og rød, slik den måles fra det absolutte rom og målt uten noen tidsforsinkelser.

Klokkene viste likt da de sto på samme sted.

Normalisert er tid $\frac{l}{c}$

$$t_{flyttM} = \frac{l}{v_2}\left(\sqrt{1-(\frac{v}{c})^2} - \sqrt{1-(\frac{v+v_2}{c})^2}\right)\cdot\sqrt{1-(\frac{v}{c})^2} \qquad \textit{viktig formel}$$

t_{flyttM}= 0.00020499999589999959

Merk at i formelen bruker en v_2 som er forskjellig fra v_2'. $v_2 = \boldsymbol{0{,}00001c}$ og $v_2' = \boldsymbol{0{,}00001c} + 0{,}125mm/s$. Derved unngår en sammenbrudd i formelen over, når v_2 nærmer seg lyshastigheten, for di da blir ikke $\frac{v+v_2}{c}$ større enn 1, Se omregningsformler for v_2, og v_2' tidligere.

Tid (*rød til blå*): $= \frac{l\sqrt{1-(\frac{v}{c})^2}\cdot\sqrt{1-(\frac{v}{c})^2}\cdot}{c-v} - t_{flyttM}$ = 0.99999500000410000041

Tid (*blå til rød*): $= \frac{l\sqrt{1-(\frac{v}{c})^2}\cdot\sqrt{1-(\frac{v}{c})^2}\cdot}{c+v} + t_{flyttM}$=1.00000499999589999959

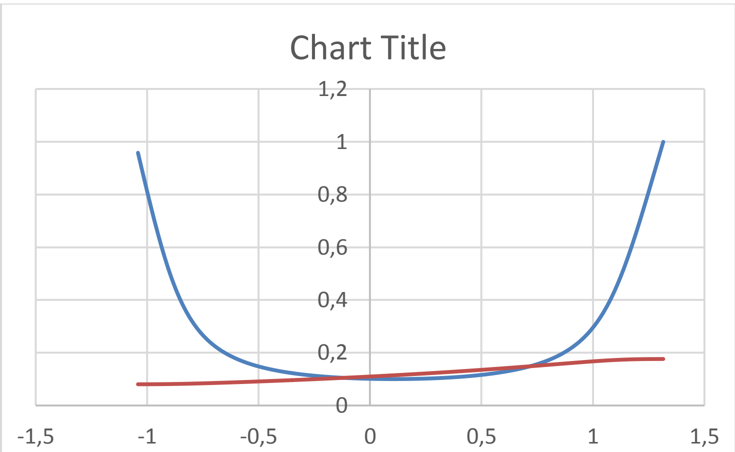
Vil finne at **tiden *rød* *til* *blå* målt på denne måte ikke er den same som tiden** *blå til rød*   *(forskjellen =0.0000099999917999999918)=$10^{-5} - 0.82 \cdot 10^{-11}$*

(opp + ned = 2)

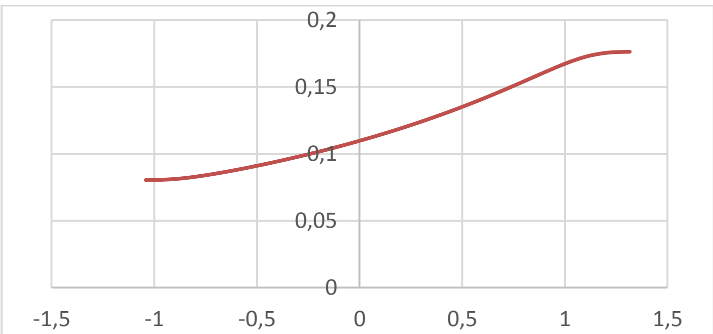
$t_{tradisjonell} = \frac{1}{0{,}00001}\left(1 - \sqrt{1-(0{,}00001+4\cdot 10^{-12})^2}\right)$ = 0.0000050000025 grunnet v_2

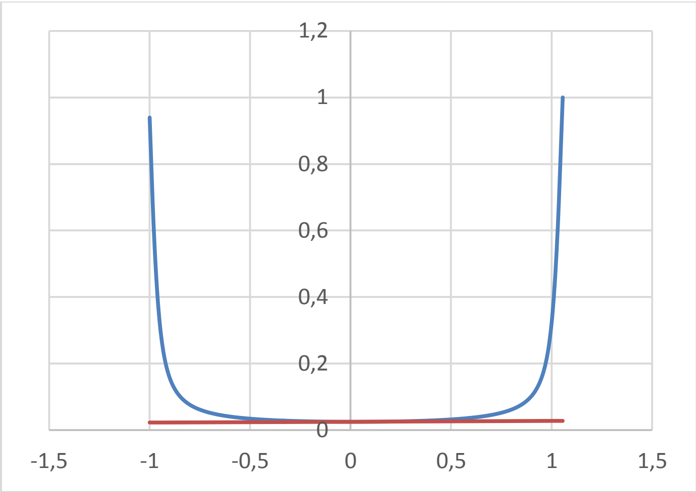
Det tradisjonelle avviket må tas med, men likevel er det forskjell mellom tid opp og ned *(forskjellen =0.000000000033200200082) ≈ $0{,}1 \cdot 10^{-10}$*

Krever nøyaktighet på om lag 1ps på 28 timer tilsvarer 10^{-17} eller   17 siffer på klokken.

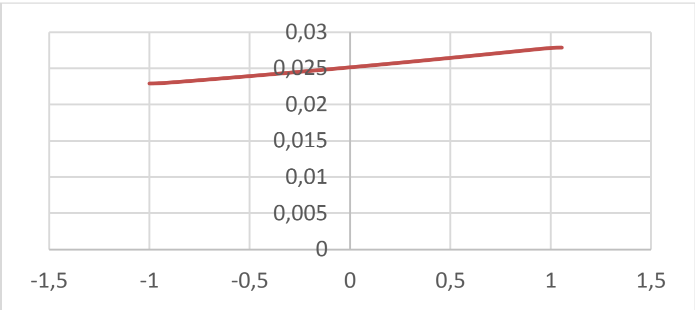


Forskjell i normalisert tid mellom (blå til rød) og (rød til blå) dividert på to, på den blå linje. Og det tilsvarende er beregnet på tradisjonell måte, vist med rød linje. X-aksen er hastigheten *v'* (sett fra den som sitter på rammen). Y-aksen er tid i $\frac{l}{c}$. Nedenfor er den røde linjen forstørret. *I grafene er: $v_2 = 0{,}2 \cdot c$*

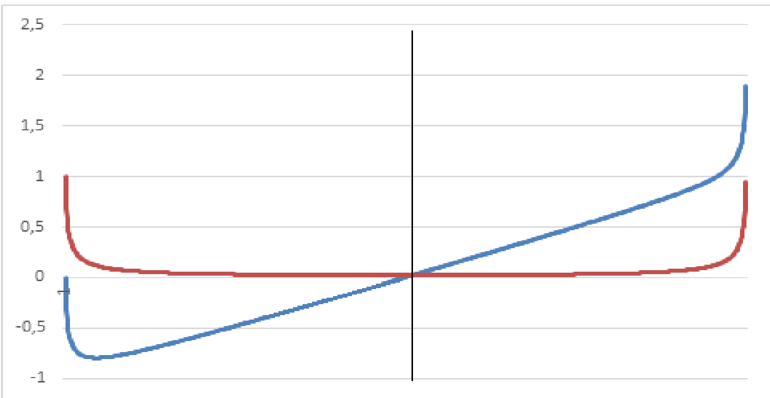




Samme diagrammer som over, men her er $v_2 = 0{,}05 \cdot c$



Dette betyr at tidsavviket mellom konvensjonell regning og denne blir størst nås hastigheten v et tett opp til lyshastigheten (rød linje) Tidsavviket blir da om lag $\frac{l}{c}$ (x-aksen).



Blå linje er t_{flyttM} og rød linje er(t_{flyttM} $+v$)

Hva hvis v er liten og v_2 nærmer seg lyshastigheten c?

Da går t_{flyttM} mot verdien -1 og (t_{flyttM} $+v$) mot verdien 0. Dette er forventet også ifølge konvensjonell relativistisk regning.