Oppgavesett uke 12

"Test deg selv"-oppgaver

Disse oppgavene er fine å gjøre hjemme før du kommer på gruppetimen. Om du har spørsmål til disse oppgavene, ta dem gjerne opp på snublegruppa.

TDS 12.1 Romskipet og signallampen

Et romskip flyr forbi Jorden med hastighet $u = 0.900c$. En signallampe på Jordens overflate gir et signal som varer 2.50 ms.

a) Hvem måler egentiden mellom de to hendelsene: 1) signalet starter, og 2)signalet slutter? Er det en observatør på Jorden eller en observatør i romskipet?

b) Hvor lenge varer signalet for en observatør på romskipet?

TDS 12.2 Et romskip flyr fordi Fysikkbygningen

Du står på taket av Fysikkbygningen og observerer et romskip gjennom en stjernekikkert. Kapteinen på romskipet slår på lyset og, etter hans klokke, slår av lyset igjen etter 10 s. Du måler at lyset er på i 20 s.

a) Hvem måler egentiden, du eller kapteinen i romskipet? Begrunn!

b) Hvor raskt beveger seg romskipet i forhold til deg?

TDS 12.3 Apollo 10

Den høyeste farten som mennesker har oppnådd var under Apollo 10-ferden til Månen, når Thomas Stafford, John Young og Gene Cernan kjørte i 11.08 km/s. Fra Jorden måler vi at (den gjennomsnittlige) avstanden til Månen er 384 400 km. Vi antar at Apollo-astronautene kjørte med konstant fart på 11.08 km/s til Månen, og at Jorden og Månen er i ro relativt til hverandre. Lysets fart i vakuum er 299792 km/s.

a) Hvem måler egenlengde for avstanden mellom Jorden og Månen, en observatør på Jorden eller astronautene?

b) Finn Lorentz-faktoren til Apollo 10-romskipet. (Husk å ta med nok desimaler!)

c) Hvor stor er forskjellen som astronautene måler for avstanden til Månen?

TDS 12.4 Ukas difflikning

Finn løsninga til differensiallikninga

$$\dot{x} + tx = t$$

med initialbetingelsen

$$x(0) = 0.$$

Øvingsoppgaver

Disse oppgavene kommer vi til å jobbe med i øvingstimene. Men det er nok ofte mer å gjøre enn du rekker i timen, så det kan være lurt å forberede seg ved å se på dem på forhånd slik at du kan spørre om det som du ikke får til.

G 12.1 Flyplass

En observatør på jorden måler at landingsbanen på en flyplass er 4.0 km lang. Et romskip flyr forbi langs landingsbanen med hastighet $1.8{\cdot}10^8$ m/s. Lysets hastighet er $3.0{\cdot}10^8$ m/s.

a) Hvilken lengde måler piloten i romskipet?

b) Observatøren på jorden starter klokken når romskipet er over den ene enden og stopper klokken når romskipet er over den andre enden av landingsbanen. Hva måler han?

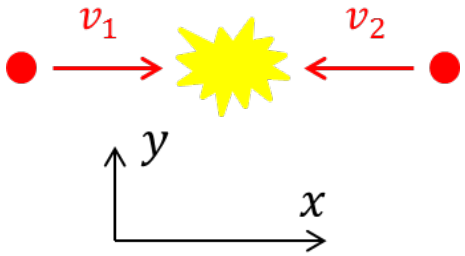
c) Piloten måler også tiden det tar fra den ene til den andre enden av banen. Hva måler hun?

G 12.2 Addisjon av hastigheter

Du løper med hastigheten v' framover i et tog som beveger seg med hastigheten u. Hvor fort beveger du deg i forhold til bakken?

G 12.3 Protonkollisjon

I et eksperiment akselereres to protoner til høy hastighet i motsatt retning slik at de kolliderer. I laboratoriesystemet S måler vi hastighetene $v_1 = 0.800c$ og $v_2 = -0.800c$. Vi definerer systemet S' slik at det andre protonet er i ro, $v_2' = 0$ m/s, målt i dette systemet. Hva er hastigheten til det første protonet i system S'? Med andre ord, hvis du er et av protonene, hva er hastigheten som du måler for protonet som kommer mot deg?

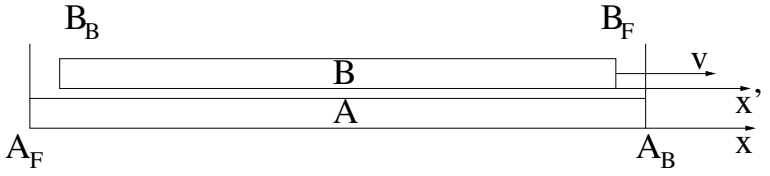


Ukas utfordring

Denne oppgava krever mer enn vanlig kompliserte resonnement eller utregninger. Det er en utfordring for studenter som føler at de mestrer stoffet og trenger noe ekstra å jobbe med.

G 12.4 Fange romskip

To like romskip, A og B, har form som sylindere med lengde L og flyr i motsatte retninger. Den relative hastigheten er v, og den er stor, slik at relativistiske effekter blir viktige. Romskipene passerer tett forbi hverandre. Begge er utstyrt med klaffer i endene som kan slås ut for å prøve å "fange" det andre. Dette går jo vanligvis ikke, men på grunn av lengdekontraksjonen ser begge romskipene at det andre er kortere og derfor tror begge at de skal kunne klare det. Figuren viser situasjonen slik den ser ut for en observatør på romskip A.



Vi lar referansesystem S følge romskip A, og lar hendelser sett fra S være beskrevet med umerkede koordinater (x,t), mens referansesystem S' følger romskip B og beskriver de samme hendelsene med merkede koordinater (x',t'). Mannskapene på romskipene har forberedt seg godt, og slår ut begge klaffene på et tidspunkt som de mener er samtidig med at midten av romskipene passerer hverandre (som vi regner som nullpunkt for tiden i begge referansesystemene, $t = t' = 0$). Vi har nå tilsammen fire hendelser: Romskip A slår ut klaffen foran (A_F) og bak (A_B) og tilsvarende for romskip B (B_F og B_B). I referansesystem S har vi $t_{A_F} = t_{A_B} = 0$, $x_{A_F} = -L/2$ og $x_{A_B} = L/2$.

a) Hva er koordinatene til de samme hendelsene beskrevet i system S'?

b) Finn koordinatene til B_F og B_B i begge referansesystemene.

c) Beskriv hendelsesforløpet slik det blir observert fra de to observatørene, og forklar hvordan begge kan hevde at de fanget det andre romskipet, og samtidig hevde at det andre ikke klarte det. Anta at klaffene er altfor svake til å stoppe et romskip, og at de bare knekker hvis de blir truffet.

d) Tegn et Minkowski-diagram (romtidsdiagram) som viser hendelsesforløpet. Merk spesielt av de fire hendelsene A_F, A_B, B_F og B_B.