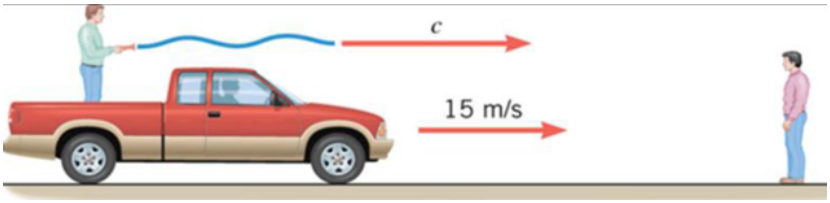
Diskusjonsoppgaver uke 13

Diskusjonsoppgaver i gruppetimen for smågrupper (3-4 personer).

D13.1 Lysets hastighet

Personen som står på bilen (se figur) måler at lyset fra lommelykten beveger seg med hastighet c. Hvilken hastighet måler den andre personen som står i gaten for lyset fra lommelykten? Forklar!



Løsning: Einsteins andre postulat sier at lyshastigheten er den samme i alle inertialsystemer og uavhengig av observatørens bevegelse. Begge observatører måler samme verdi for lysets hastighet. Dette er i strid med Galileotransformasjonen og har som konsekvens at tidsintervaller og lengder ikke er de samme i forskjellige inertialsystemer. (På grunn av Doppler-effekten blir bølgelengden kortere og lyset vil se "blåere" ut for han som står på gaten.)

D13.2 Egentid og egenlengde

Forklar betydningen av egentid ("proper time") og egenlengde ("proper length").

Løsning: Et tidsintervall som er målt mellom to hendelser i et referansesystem der *posisjonen er identisk* for begge hendelser, kalles egentid. En lengde som måles i et referansesystem hvor *legemet er i ro* kalles egenlengde.

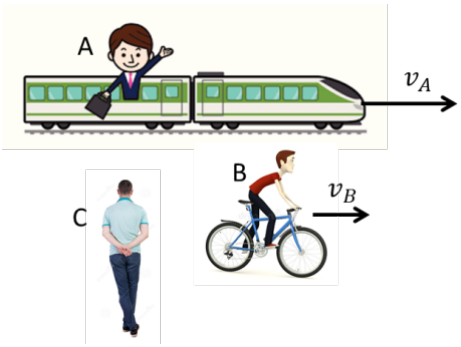
D13.3 Et tog som farer forbi

Du er på en togstasjon og står på perrongen. Du ser på et tog som kjører forbi med høy hastighet. En person på toget slår lyset på og av igjen inne i togvogna. Du måler at lyset var på i nøyaktig ett sekund. Hvor lenge har lyset vært på for personen som er på toget? Mer eller mindre enn ett sekund?

Løsning: I togets referansesystem er posisjonen til hendelsene "lys på" og "lys av" identisk. Derfor måler personen i toget egentiden mellom hendelsene. En observatør på perrongen beveger seg relativt til system "tog" og måler et tidsintervall som er lengre på grunn av tidsdilatasjon. Derfor måler personen på toget et tidsintervall som er kortere enn ett sekund.

D13.4 Enda et tog som farer forbi

Et tog kjører gjennom en stasjon med hastigheten v_A. Person A er passasjer på toget, mens person C står på perrongen. Person B sykler forbi person C med hastigheten v_B i samme retning som toget kjører, hvor $v_B < v_A$. Alle tre måler lengden til toget. Ranger lengden til toget som de tre personene måler i hvert sitt referansesystem. Hva endrer seg hvis person B sykler i motsatt retning til toget?



Løsning: Person A måler egenlengde til toget siden toget er i ro i referansesystemet til person A. Person C beveger seg relativt til toget med relativhastighet v_A, og han måler en lengde som er kontrahert, $l_C = l_A\sqrt{1 - v_A^2/c^2}$. Person B beveger seg med relativhastighet $u_1 = v_A - v_B$ til toget, som er mindre enn relativhastigheten mellom person C og toget. Derfor måler person A den største og person C den minste lengden, $l_A > l_B > l_C$. Når person B sykler i motsatt retning er relativhastigheten mellom syklisten og toget størst, $u_2 = v_A + v_B$, og person B måler den korteste lengden $l_A > l_C > l_B$.

D13.5 Eksoplaneter

Eksoplaneten HD156668b ble oppdaget i en avstand på ca. 80 lysår fra Jorden. Et lysår er strekningen lys reiser i løpet av ett år. Betyr det at det er umulig for en person som blir bare 75 år gammel å reise til HD156668b? Forklar!

Løsning: Strekningen mellom Jorden og eksoplaneten er målt i Jordens referansesystem. En person som beveger seg bort fra Jorden med høy hastighet vil oppfatte at denne strekningen er kortere på grunn av lengdekontraksjon. Denne personen kan reise mellom Jorden og eksoplaneten i en tidsperiode, målt i rakettens referansesystem, som er kortere enn 80 år. Med tilstrekkelig høy hastighet vil en person som blir 75 år gammel kunne reise til eksoplaneten. Situasjonen ligner på problemstillingen med myoner som oppstår i atmosfæren og rekker helt ned til bakken til tross for at levetiden til et myon i ro er veldig kort.